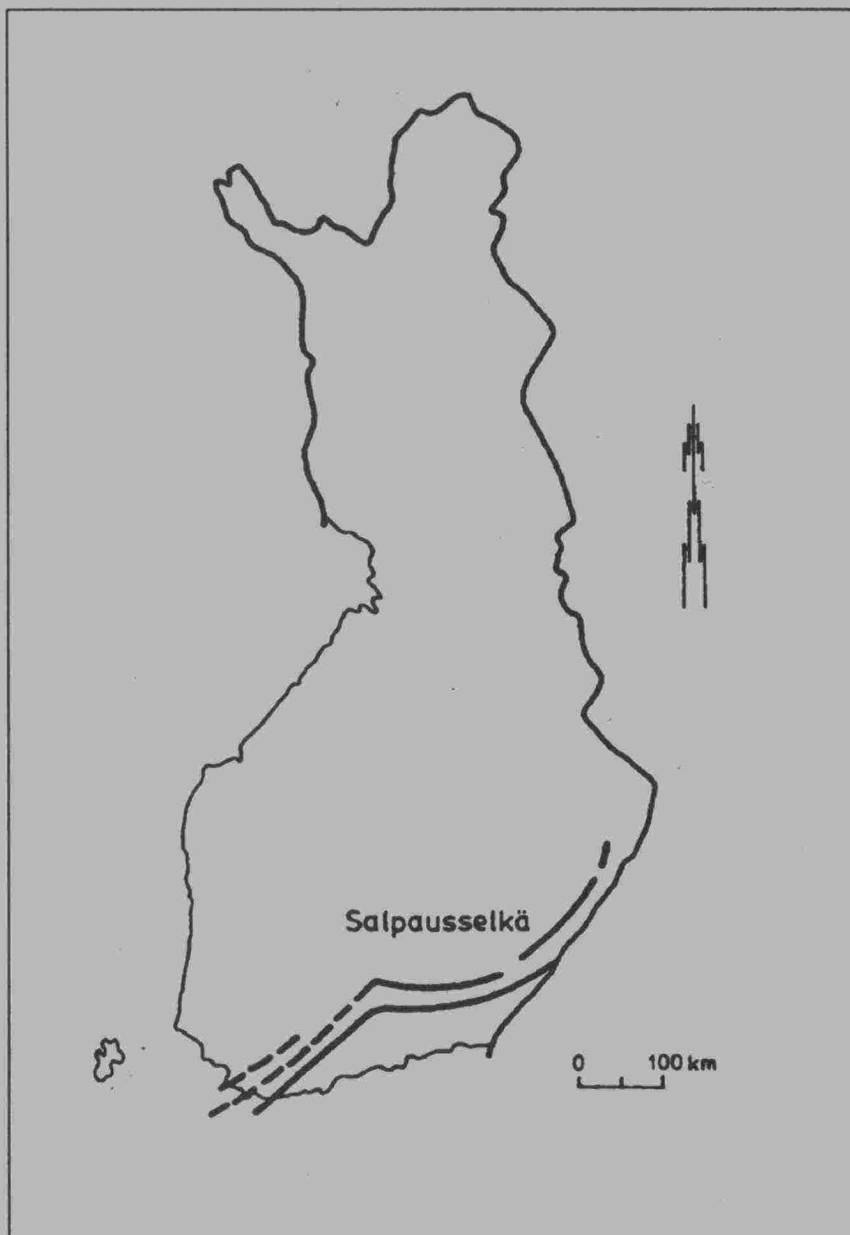


Tielaitos

Jouko Soveri, Amella de Coster, Jaana Vesterinen

Tiesuolauksen vaikutus pohjaveteen Salpausselän alueella



**Tielaitoksen
selvityksiä**

21/1991

Helsinki 1991

Tiehallitus

**Tielaitoksen selvityksiä
21/1991**

Jouko Soveri, Amelia de Coster, Jaana Vesterinen

**Tiesuolauksen vaikutus pohjaveteen
Salpausselän alueella**

**Tielaitos
Tiehallitus**

Helsinki 1991

ISBN 951-47-4389-X

ISSN 0788-3722

TIEL 3200020

Valtion painatuskeskus

Pasilan VALTIMO

Helsinki 1991

Julkaisua myy

Tiehallitus, painotuotevarasto

Tielaitos

Tiehallitus

Opastinsilta 12 A

PL 33

00521 HELSINKI

Puh. vaihde (90) 1541

Alkusanat

Tiesuolan vaikutuksista pohjavesiin on varsin vähän käytettävissä olevaa tutkimusmateriaalia. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on toimia asiaa ja sen taustoja valaisevana yleisselvityksenä. Tutkimus kohdistuu maamme tärkeimpään pohjavesialueeseen Salpausselkään.

Tutkimus on tehty tiehallituksen toimeksiannosta vesi- ja ympäristöhallituksen vesien ja ympäristöntutkimuslaitoksella. Tutkimuksen on tehnyt *Jouko Soveri* apunaan *Amelia de Coster* ja *Jaana Vesterinen*.

Toukokuussa 1991

Tuotannon kehittämispalvelut

TIIVISTELMÄ

Tässä tutkimuksessa on arvioitu tiesuolan vaikutusta Salpausselän pohjaveteen. Salpausselkä on vedenhankinnan kannalta Suomen tärkein pohjavesivarasto. Alueella on noin 80 yli 200 asukkaan kunnallista vedenottamoa sekä lukuisa määrä yksittäisiä kaivoja ja pienempiä vedenottamoita. Lähes miljoona suomalaista saa juoma- ja talousvetensä Salpausselän muodostumasta. Salpausselkä on myös liikenteellisesti tärkeä väylä välillä Hanko-Joensuu, missä kulkee keskimäärin 3 000 - 19 000 ajoneuvoa vuorokaudessa.

Salpausselän pohjaveden suolaantumista kuvaavat kloridipitoisuudet vaihtelevat paljon eri pohjavesialueilla riippuen suolan käytön määrän lisäksi monista tekijöistä, kuten pohjavesimuodostuman koosta, purkautumissuhteista, maalajin rakenteesta ja kerrossuhteista. Kloridipitoisuudet vaihtelivat eri tutkimuskohteissa välillä $< 1 - 290 \text{ mg l}^{-1}$, mutta yksittäisissä tapauksissa moreenialueen kaivoista analysoitiin jopa lukema $1\,700 \text{ mg l}^{-1}$.

Vaikka Salpausselän pohjaveden eriasteinen suolaantuminen on tapahtunut suhteellisen hitaasti, on se jo aiheuttanut monin paikoin veden laadun merkittävää huononemista. Vedenottamoalueilla ja yksittäisissä kaivoissa Cl-pitoisuudet ovat selvästi nousseet ja ovat edelleen nousussa siellä, missä valtatie ja vedenottamon välillä on hydraulinen yhteys. Tausta-arvoihin verrattuna Salpausselän pohjaveden keskimääräinen kloridipitoisuus on selvästi lisääntynyt 30 vuoden aikana, ja monin paikoin pitoisuudet ovat siellä huomattavasti tausta-arvoja korkeampia. Jos pohjavesimuodostuma suolaantuu hitaasti, niin se puhdistuu vielä paljon hitaammin, esim. Turun Kaarningon pohjavesialueella noin kolminkertaisessa ajassa. Salpausselän suurissa pohjavesimuodostumissa suolaantuneen pohjaveden puhdistuminen kestäisi huomattavasti kauemmin.

Arvioitaessa pohjavesialueilla suolaantumisen kehittymistä ja pilaantumisen riskiä tulisi tarkasteltavat kohteet aina selvittää erikseen tapauskohtaisesti. Yhdenmukaista suositusta suolankäytölle ei voida antaa tämän selvityksen perusteella. Suolankäyttö liukkauden torjunnassa tulisikin korvata pohjavesialueilla muilla keinoin, tai alueille tulisi rakentaa riittävän tehokkaat suojaukset, joilla estettäisiin valuntavesien pääsy pohjaveteen.

Sisältö

1 JOHDANTO	9
2 LIUKKAUDEN TORJUNTA JA MAANTIESUOLAT	9
2.1 Suolan käyttö ja riskiaineet	9
2.2 Ympäristövaikutukset	13
2.3 Korroosiovaikutukset	14
2.4 Tausta- ja raja-arvot pohjavedessä	15
3 TUTKIMUSAINEISTO	15
3.1 Vedenottamot	15
3.2 Lähteet	16
3.3 Joutsenon kankaan koealue	16
3.4 Vertailualueet	17
4 TULOSTEN TARKASTELUA	17
4.1 Vedenottamoalueet	17
4.2 Lähdeveiseselvitykset	28
4.3 Suolan kulkeutuminen akviferissa	31
4.4 Suolan viipymän arvioiminen akviferissa	34
4.5 Pohjavesialueiden riskiarviointi	35
5 TULOSTEN TARKASTELUA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	37
6 SUMMARY	40
7 KIRJALLISUUTTA	42
8 LIITTEET	
1 Vedenlaatutulokset	44
2 Pohjaveden sähkönjohtavuuslukuja	57
3-7 Pohjavesialueiden karttoja	58

1 JOHDANTO

Maantiesuolauksen vaikutusta pohjaveteen on selvitetty Salpausselän alueella. Tutkimus on tehty vesi- ja ympäristöhallituksessa tielaitoksen tilaustyönä.

Salpausselkä on geologiselta rakenteeltaan reunamuodostuma, joka syntyi noin 11 000 vuotta sitten viimeisen jääkauden perääntymisvaiheessa. Salpausselkä on Suomen tärkein yhtenäinen pohjavesivarasto. Arviolta lähes miljoona ihmistä saa juoma- ja talousveden tältä alueelta. Salpausselkä on myös liikenteellisesti tärkeä, sillä Hangon, Lohjan, Lahden, Kouvolan, Lappeenrannan ja Joensuun kautta kulkee keskimäärin noin 3 000 - 19 000 ajoneuvoa vuorokaudessa.

Salpausselän alueella selvitettiin 27 pohjavedenottamoalueen kloridipitoisuuden muutoksia sekä arvioitiin pitoisuuksien syy-yhteyttä tiesuolaukseen geohydrologisten selvitysten avulla. Tutkimus jaettiin osaprojekteihin. Tarkoituksena oli selvittää mm:

- Salpausselän alueella olevien vedenottamoiden veden laatua ja sen muutoksia jo olemassaolevien vesilaitostiedostojen avulla. Tuloksia verrattiin tausta-alueiden vastaaviin tietoihin, jolloin tilastollisesti voitiin osoittaa suolapitoisuuksien alueelliset poikkeavuudet eri tieosuuksilla.
- kevätsulamisen jälkeen alueilla olevien lähteiden kloridipitoisuuksia ja niiden yhteyttä maantiesuolaukseen
- pohjaveden kloridipitoisuuksien vertikaalisia vaihteluita maantiesuolan mahdollisen kerrostumisen selvittämiseksi, tavoitteena suolan kulkeutumisen ja varastoitumisen mallintaminen.

Talvikunnossapidon tehtävänä on mm. turvata maantieliikenteen toimivuus talviolosuhteissa. Liikenneturvallisuuden kannalta on pääteiden liukkauden torjunta edellyttänyt tiesuolan käyttöä jo 30 vuoden ajan.

Vesilaissa taas kielletään panemasta tai johtamasta vesilain 1:19 §:ssä tarkoitettuja haitallisia aineita sellaiseen paikkaan, että toisen kiinteistöllä oleva pohjavesi niiden johdosta käy terveydelle vaaralliseksi tai kelpaamattomaksi tarkoitukseen, johon sitä muutoin voitaisiin käyttää, tai että kysymyksessä oleva toimenpide pohjaveden laatua huonontamalla muuten loukkaa yleistä tahi toisen yksityistä etua (VL 1:22). Teiden kunnossapitotoiminnassa tulisi lisäksi aina ottaa huomioon vedenottamoita koskevat suoja-alueääräykset.

2 LIUKKAUDEN TORJUNTA JA MAANTIESUOLAT

2.1 Suolan käyttö ja riskiaineet

Tiesuolan käyttö liukkauden torjuntaan ja pölyn sidontaan alkoi Suomessa jo 1950-luvun alussa, jolloin hiekan sekaan lisättiin suolaa. Suolan tarkoituksena oli aluksi estää hiekan jäätyminen, jotta sitä olisi helpompi levittää teille. Tällöin myös hiekan tarttuminen tien pintaan parani.

Pelkkään suolan käyttöön teiden kunnossapidossa ryhdyttiin 1960-luvun alussa. Suolan käyttömäärien arvioitiin silloin olevan noin 85 000 tonnia vuodessa (*Eerola* 1971).

Tielaitos varastoi ja käyttää nykyisin suuria määriä suolaa sekä liukkauden torjuntaan (NaCl) että pölynsidontaan (CaCl_2). Tielaitos käyttää ilmoituksensa mukaan tiesuolaa eri vuosina 80 000 - 200 000 tonnia, josta kesäsuolauksen osuus on 40 000 - 45 000 tonnia. Lisäksi kaupungit ja kunnat käyttävät katuverkoston kunnossapitoon huomattavan määrän suoloja. Tärkeillä pohjavesialueilla käytettiin tielaitoksen ilmoituksen mukaan vuonna 1987 kesä- ja talvisuolaa yhteensä 7 646 tonnia (TVH 1989).

Tiesuolan käytön määrä on lisääntynyt Suomessa viime vuosina nopeasti. Kun 1970-luvulla käytettiin tiesuolaa noin viisi tonnia kilometrille vuodessa, oli 1980-luvun lopulla vastaava määrä tielaitoksen ilmoituksen mukaan esim. Kymen alueella paikoin lähes 20 tonnia kilometrille. Talvisuolauksen käytön lisääntyminen Kymen piirin eri tieosuuksilla vuosina 1981-1990 on esitetty kuvassa 1 ja vastaavasti vuosina 1986-1989 Uudenmaan piirin alueella, kuva 2.

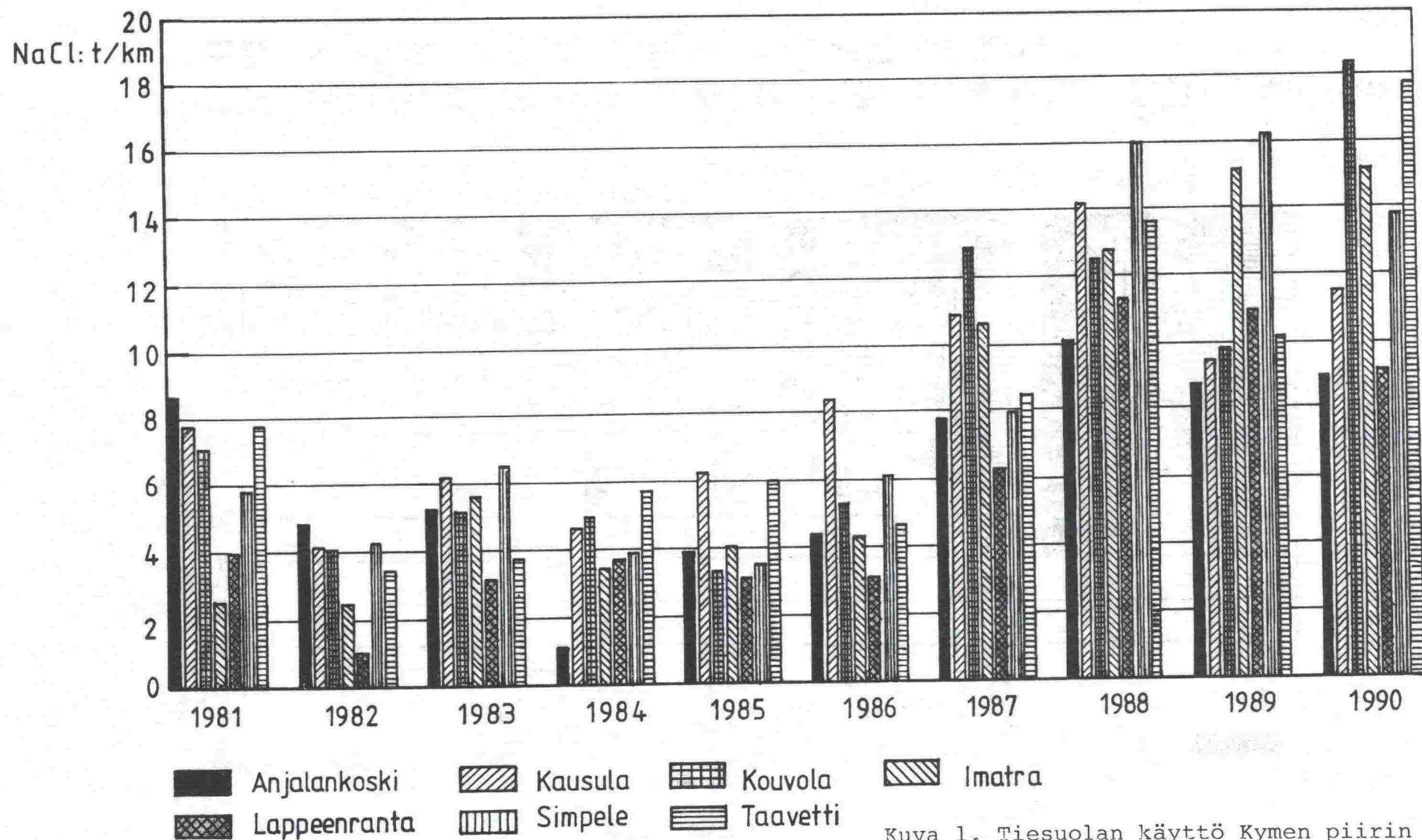
Tiesuolaa käytetään Tanskassa, Saksassa ja Yhdysvalloissa vielä suurempia määriä kuin Suomessa. Tämä johtuu osittain suuremmasta liikenteestä sekä "O-kelien" yleisyydestä. Tanskassa käytetään tiesuolaa vuosittain 100 000 - 400 000 tonnia (*Forslund* 1990).

Lämpötilavälillä $+2$ - -5 °C käytetään talvisuolaukseen yleisimmin natriumkloridia eli vuorisuolaa. Suolan avulla pyritään estämään tienpinnan jäätyminen tai sen avulla alennetaan tienpinnan jäätymispistettä niin, ettei satava lumi pääse tiivistymään ja tarttumaan ajoradan pintaan. Ruotsissa on viime vuosina pyritty merkittävästi vähentämään tiesuolan käyttöä liukkauden torjunnassa. Samanlainen suuntaus näyttää nykyisin myös vallitsevan Yhdysvalloissa (*Chappelow* 1990).

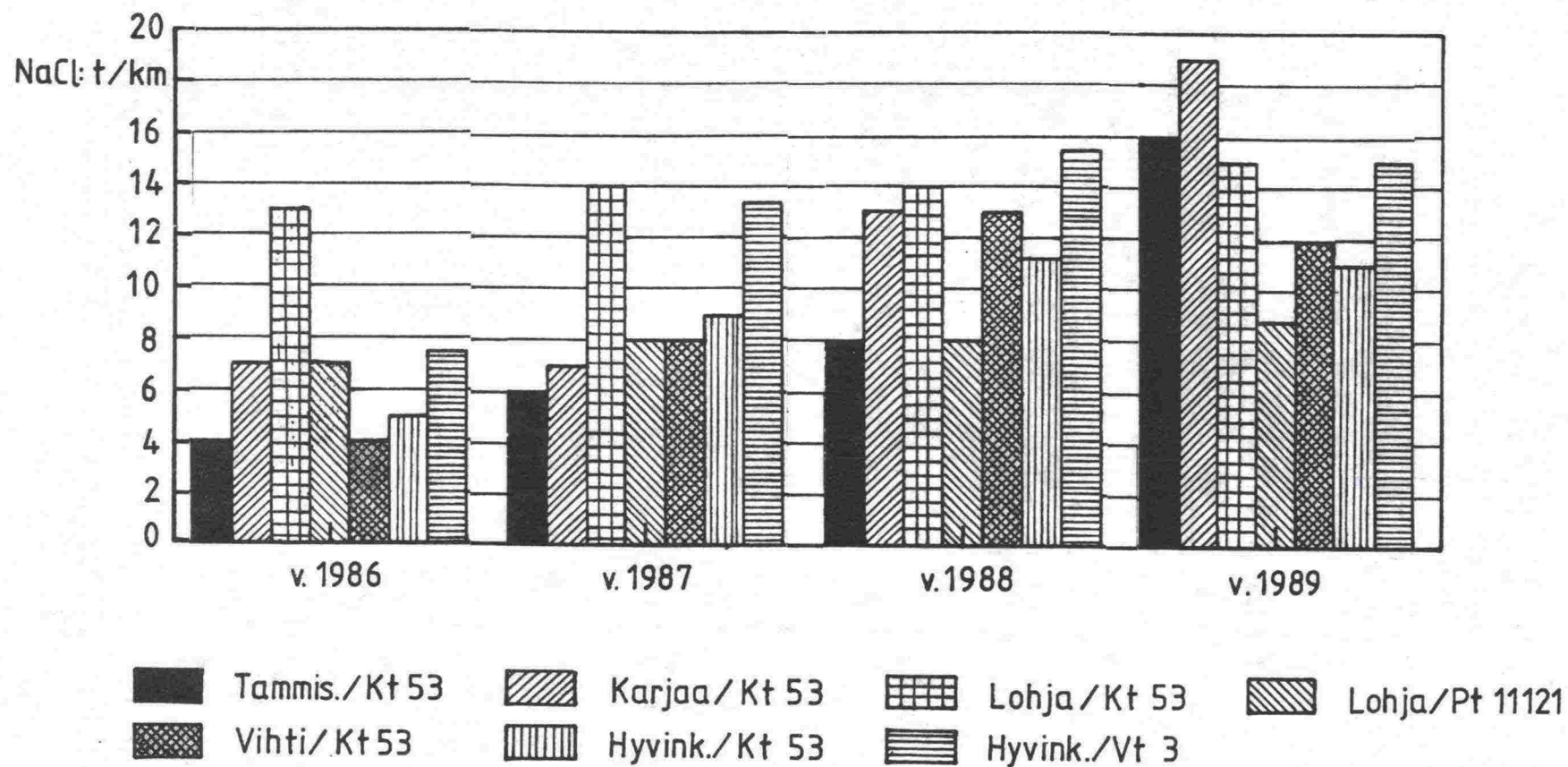
Tiesuolan käyttömäärät riippuvat ratkaisevasti tiealueiden maantieteellisestä sijainnista eli "O-kelien" lukuisuudesta. Niinpä esimerkiksi Pohjois-Suomessa ei tiesuolaa käytetä liukkauden torjunnassa juuri lainkaan. Suolan käyttöosuus Lapin läänissä on vain 1 % kokonaissuolamäärästä, kun se vastaavasti Uudenmaan läänin alueella on lähes 30 %.

Teiden pölyämistä kesäaikana pyritään estämään pölynsidonta-aineilla, jolloin tavallisesti käytetään kalsiumkloridia tai kalsiumkloridiliuosta. Pölynsidontan tarkoituksena on sitoa tien kulutuskerroksen hieno aines ja estää sen pölyäminen.

Kalsiumkloridi on kalsiumhydroksidin ja suolahapon suola, joka puhtaana on miedosti hapan. Kalsiumkloridi on hygroskooppista, eli sillä on kyky sitoa itseensä kosteutta. Kalsiumkloridi sisältää varsinaista kalsiumkloridia noin 77-80 % lopun ollessa pääasiassa kidevettä, muita suoloja ja aineksia. Kalsium on ravinne, jota kasvit käyttävät hyväkseen. Sillä on myös ympäristössä happamoitumista torjuva vaikutus.



Kuva 1. Tiesuolan käyttö Kymen piirin alueella vuosina 1981-1990.



Kuva 2. Tiesuolan käyttö Salpausselän alueella vuosina 1986-1989.

Pölynsidontaan käytettävän kalsiumkloridin tavanomaisista määristä on annettu suosituksia tielaitoksen ohjeissa. Yhdyskuntien vedenhankinnan kannalta tärkeillä pohjavesialueilla ja käyttöön otettujen pohjavedenottamoiden valuma-alueilla on pölynsidontamenetelmä tai korvaava vaihtoehto aina tarkoin harkittava. Lisäksi on huomattava, että suolan käyttö on yleensä kiellettyä vesioikeuden päätöksellä pohjavedenottamon tontilla ja lähisuojavyöhykkeellä (suoja-alue määräykset). Päätökset ovat aina vedenottamokohtaisia.

Teiden liukkaudentorjunnassa käytetty natriumkloridi eli vuorisuola tai yleisemmin sanottuna ruokasuola on luonnontuote, jonka happamuusaste on neutraali. NaCl-pitoisuus on 95-98 %. Se on erittäin vesiliukoinen ja normaaliolosuhteissa haihtumaton.

Kaliumferrosyanidia käytetään paakkuuntumisen estoaineena tiesuolan seassa virallisten ohjeiden (TVH 1985) mukaan 80-100 mg kilossa. Terveydelle vaaraton ferrosyanidi hajoaa auringonvalon vaikutuksesta ja poistuu haihtumalla maaperästä tai vedestä erittäin myrkyllisenä syaanivetynä (HCN). Näin ollen syanidiyhdisteet poistuvat itsestään luonnon omien prosessien kautta eivätkä aiheuta Suomen oloissa terveydellistä vaaraa veden käyttäjälle. Syanidi myös poistuu vedestä happamissa olosuhteissa. Suomessa pohjavedet ovat yleensä happamia, keskimääräinen pH on 6,3. Salpausselän alueella tehdyissä pistokokeissa ei todettu pohjavedessä analysoitavia määriä syanidia ($< 1 \mu\text{g l}^{-1}$).

2.2 Ympäristövaikutukset

Maantiesuolauksen vaikutusta ympäristöön on selvitetty paljon jo 1960- ja 1970-luvuilla mm. Yhdysvalloissa, Ruotsissa sekä Suomessa. Tiesuolan vaikutukset kasvillisuuteen ovat selvästi nähtävissä teiden reuna-alueilla aina 20 metrin etäisyydelle tiestä riippuen paikallisista maasto-olosuhteista, käytetystä suolamäärästä sekä liikenteestä (Tielaitos 1991). Kasvien suolankestokyky on hyvin yksilöllinen. Useat kasvit ovat hyvin herkkiä suolalle, esim. kasvihuoneviljelyyn käytettävä kasteluvesi saa sisältää kloridia enintään 20 mg litrassa (TVH 1985).

Suolan joutuminen maaperään aiheuttaa kasveissa osmoottisen paineen nousua, jolloin kasvien nestetasapaino kärsii. Erityisen herkkiä suolalle ovat havupuut, mikä on helposti nähtävissä tievarsikasvien, varsinkin mäntyjen kellastumisena.

Suurin ympäristöhaitta tiesuolan käytöstä kohdistunee pohjaveteen. Yksi gramma NaCl:a sisältää noin 0,65 g kloridia ja 0,35 g natriumia. Vesiliukoisina ja hyvin liikkuvina ioneina kloridit kulkeutuvat helposti pohjavedeen lisäten hitaasti sen suolaisuutta. Kloridilla on vielä taipumus vettä raskaampana rikastua järvien ja pohjavesimuodostumien pohjalle.

Suolatun tien ja pohjaveden muodostumisalueen geohydrologiset yhteydet vaikuttavat ratkaisevasti siihen, kuinka tiesuola kulkeutuu ja kerrostuu pohjavesimuodostumaan ja edelleen purkautuu sieltä. Kapeilla harjuaalueilla, missä muodostuma on selvästi rajattu ja missä tie kulkee harjun päällä, tiesuolan vaikutukset näkyvät selvimmin. Vastaavasti

laajoilla hiekka-alueilla vaikutukset ovat suhteellisesti paljon vähäisempiä, esim. Tanskassa ei ole tästä syystä todettu maantiesuolan vaikuttaneen pohjaveden laatuun.

Kalsium pidättyy maaperään hyvin ja natrium vain osittain. Maaperään joutuvat natrium- ja kalsiumionit korvaavat muita kationeja muuttaen näin myös maaperän konsistenssia. Kloridi sen sijaan kulkeutuu vapaasti pohjaveteen, se ei pidäty maahiukkasiin. Suolat lisäävät maaperän happamoitumista ja nopeuttavat mm. alumiinin liukenemista (Soveri 1985).

Myös paakkuuntumisen estoaineena käytetyt syanidiyhdisteet voivat aiheuttaa kasvien biologisille toiminnoille haittaa. Yleisesti on arvioitu, että mikäli syanidipitoisuus maaperässä on alle $0,1 \text{ mg l}^{-1}$, ei siitä aiheudu haittaa maaperän itsepuhdistuskyvylle (TVH 1985). Syanidit ovat fysiologisilta vaikutuksiltaan syaanivedyn kaltaisia, jolloin ne estävät solujen välistä aineenvaihduntaa.

2.3 Korroosiovaikutukset

Pohjavedet ovat Suomessa luonnostaan happamia (pH-med 6,3). Tästä on seurauksena, että vesijohtoputkistoissa ja muissa vedenjakelulaitteissa esiintyy yleisesti korroosiota, jos vettä ei alkaloida. Putkistojen korroosio on melko yleistä nimenomaan haja-asutusalueilla. Yleiseen verkostoon liitetyissä kiinteistöissä haitat ovat selvästi vähäisempiä johtuen veden käsittelystä. Yleisesti on hyvin tiedossa, että maantiesuolan käyttö lisää autojen ja teiden erilaisten rakenteiden, kuten siltojen, rumpujen yms. korroosiota. Näitä vahinkoja on vaikea arvioida rahassa. Ruotsissa on arvioitu, että 30 % vesivahingoista johtuu korroosiosta (Levling 1978). Suomessa vesivahingot aiheuttavat vakuutusyhtiöille vuosittain yli 200 miljoonan markan kustannukset ja Ruotsissa vastaava luku on 1,5 miljardia markkaa. Vakuutusyhtiöiden korvaamat vesivahingot ovat lukumääräisesti kaksinkertaistuneet Suomessa vuosien 1981-1985 aikana ja korvaussummat ovat samana aikana nousseet 50 miljoonasta 185 miljoonaan markkaan (Nakari 1988).

Pistekorroosio on yleisin ja haitallisin korroosion muoto. Veden koostumuksella on suuri vaikutus pistesyöpymisen alkamiseen ja kasvunopeuteen. Veden kloridipitoisuutta ja alumiinipitoisuutta pidetään tärkeimpinä pistesyöpymän aiheuttajina. Tiesuolan käyttö nopeuttaa alumiinin liukenemista maaperästä. Näin kloridin ja alumiinin lisääntyminen yhdessä lisäävät merkittävästi korroosiota. Veden lämpötila nopeuttaa myös korroosiota, esim. lämminvesivaraajat ovat helposti syöpyviä laitteita.

SITRAn (1980) mukaan yleisenä korroosionestotavoitteena pidetään mm. veden kloridille raja-arvoa 50 mg l^{-1} ; tosin uusimpien tietojen mukaan jo pienemmätkin suolapitoisuudet (Cl 20 mg l^{-1}) aiheuttavat korroosion lisääntymistä. Veden korroosio-ominaisuuksiin vaikuttavat lisäksi veden pH, alkaliniteetti, KMnO_4 -kulutus, sulfaatti-, rauta-, mangaanipitoisuus ja vapaan hiilidioksidin määrä.

Korroosion aiheuttamat haitat ilmenevät veden laadun huononemisena,

lisääntyvänä putkistotukosten ja putkirikkojen riskinä sekä putkiston käyttöiän lyhenemisenä (Mäkinen 1989).

2.4 Tausta- ja raja-arvot pohjavedessä

Lääkintöhallituksen määräysten mukaan vesi, jota vähintään 200 henkilöä käyttää talousvetenä, saa sisältää kloridia enintään 100 mg l⁻¹. Makukynnyksen kloridille on noin 300 mg l⁻¹, mikä tosin vaihtelee paljon eri ihmisillä. Veden suolainen maku yleensä varoittaa ihmistä käyttämästä juomavettä, mistä voi aiheutua terveydellistä vaaraa. Natrium ja kloridi ovat pieninä määrinä ihmisen elintoiminnoille tärkeitä aineita. Ne mm. säätelevät sydämen ja lihasten toimintaa sekä veren happo- ja emästasapainoa. Natrium on korkeina pitoisuuksina kuitenkin ihmiselle haitallista, sen katsotaan olevan ensisijainen verenpaineen aiheuttaja (Cunha 1987).

Maailman terveysjärjestön WHO:n mukaan juomaveden tulee sisältää alle 120 mg l⁻¹ natriumia. Henkilöillä, joiden suolankäyttöä rajoitetaan sairauksien takia, ei juomaveden natriumpitoisuus saisi ylittää 20 mg l⁻¹ (Bäckman 1980). Yhdysvalloissa kahdessa osavaltiossa veden käyttäjille ilmoitetaan, jos vesilaitoksen veden natriumpitoisuus ylittää kyseisen 20 mg l⁻¹ (Runge 1989).

Maaperässä olevan pohjaveden kloridipitoisuuden mediaaniarvo on Suomessa 1,5 mg l⁻¹ ja vastaavasti sadeveden 0,7 mg l⁻¹ (Soveri 1985). Harjujen luonnontilaisessa pohjavedessä kloridi on pääosin peräisin merestä lähtöisin olevasta laskeumasta. Kallioperässä kloridia esiintyy yleensä vähän, eikä sillä ole merkitystä pohjaveden pitoisuuteen. Syvissä porakaivoissa kloridipitoisuudet saattavat usein olla hyvinkin korkeita, jopa useita grammoja litrassa. Nämä suolamäärät ovat osittain reliktisiä ja liittyvät geologisen historian merivaiheisiin, tai ne ovat vuosituhansien aikana rikastuneet ja kerrostuneet kallioperän ruhjevöhykkeeseen.

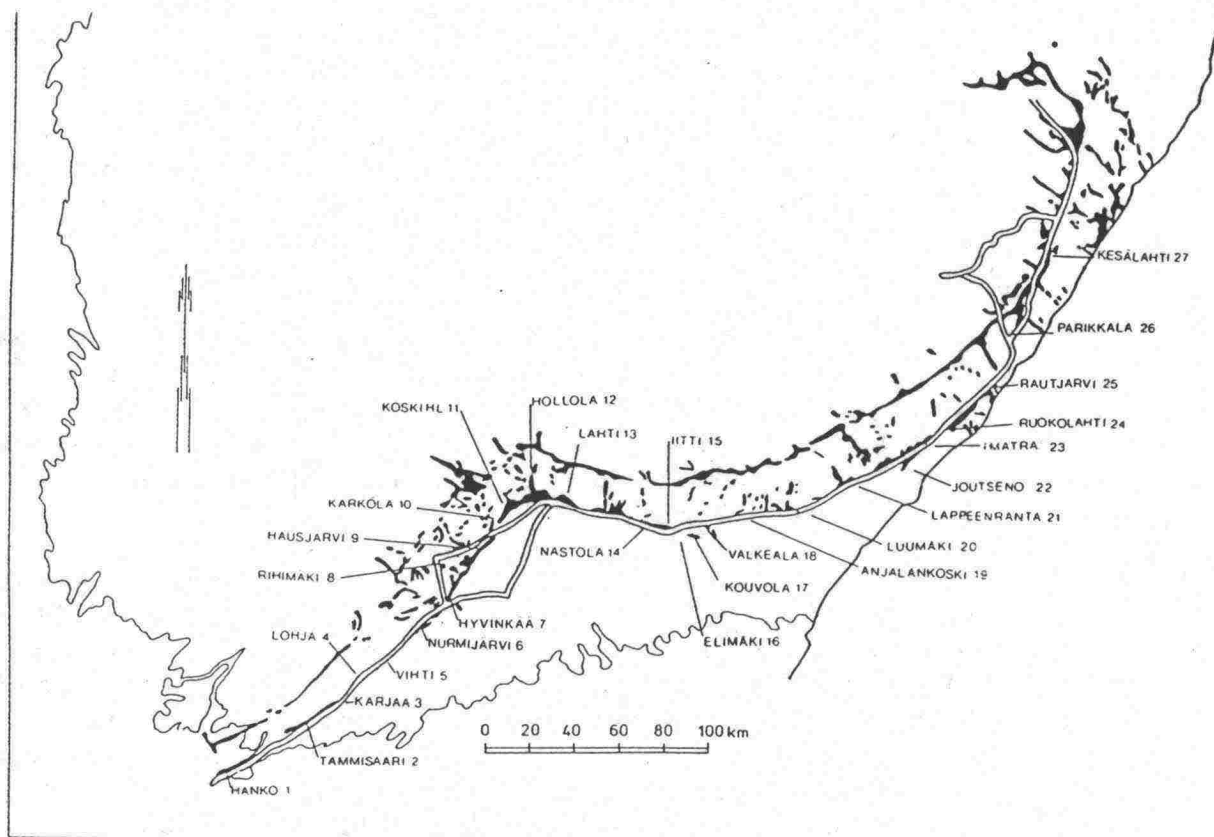
3 TUTKIMUSAINEISTO

Tutkimuskohteena oli koko I Salpausselän alue sekä II Salpausselkä välillä Parikkala-Kesälahti. Tutkimusaineisto valittiin siten, että se yleisesti edustaa koko Salpausselän vyöhykettä noin 700 km:n pituudelta. Vaikka Salpausselkä on geologiselta rakenteeltaan yhtenäinen reunamuodostuma, se jakautuu useihin erilaisiin pohjavesialueisiin, joita maankohoamat ja kalliokynnykset erottavat toisistaan. Näin ollen Salpausselän pohjavesialueet vaihtelevat keskenään paljon koon, virtausolosuhteiden ja vedenantosuuden mukaan. Myös liikenteen aiheuttama kuormitus ja tiesuolan käyttö vaihtelee tutkimusalueella paljon, jolloin vaikutukset pohjaveteen saattavat olla eri alueilla hyvin erilaiset (Soveri ja Vesterinen 1990).

3.1 Vedenottamot

Salpausselän alueella on noin 80 kunnallista vedenottamoa (yli 200 as.) sekä huomattava määrä yksittäisiä kaivoja sekä pienempiä vedenottamoja. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan lähemmin 27

vedenottamon muodostumisaluetta, koska vain näiltä vedenottamoilta oli käytettävissä pohjaveden kloriditietoja. Vesilaitosten vesinäytteistä on harvoin määritetty kloridi ja natrium vain poikkeustapauksissa. Suolaisuus on yleisimmin arvioitu sähkönjohtavuuden perusteella. Tarkasteltavat vedenottamot on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Salpausselän alueella olevat pohjaveden ottamot, joiden kloridipitoisuuden muutoksia on tarkasteltu

3.2 Lähteet

Salpausselän alueelta otettiin vesinäytteitä luonnon lähteistä ja kaivoista. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää lähemmin suolan kulkeutumisen mekanisme pohjavesimuodostuman eri osissa ja arvioida sen geohydrologista yhteyttä muodostuman kautta kulkevaan tiehen. Vesinäytteitä otettiin noin 60 kpl. Analyysitulokset on esitetty liitteessä 1.

3.3 Joutsenon kankaan koealue

Kloridin kulkeutumista pohjavesiäkviferissa pyrittiin arvioimaan lähemmin Joutsenon kankaan alueella mallin avulla. Tätä varten asennettiin pohjavesiputkia eri etäisyyksille kohtisuoraan tielinjaan nähden. Pohjavesiputket pyrittiin saamaan kalliopintaan asti, tarkoituksena oli näin järjestää näytteenotto pohjavesimuodostuman eri kerroksista. Joutsenon kangas on erittäin suuri pohjavesialue. Syvimmät pohjavesiputket ovat noin 50 metrin syvyydessä. Käytännössä maantiesuolan laimentuminen tällä

alueella on runsasta, jolloin kloridipitoisuudet koko muodostumassa ovat suhteellisen vähäisiä. Mallintamista varten rajattiin Joutsenon kankaalta pienempi suorakaiteen muotoinen koealue (kuva 11). Koealueen havaintojärjestelyt ovat vielä kesken, joten tutkimus näiltä osin jatkuu.

3.4 Vertailualueet

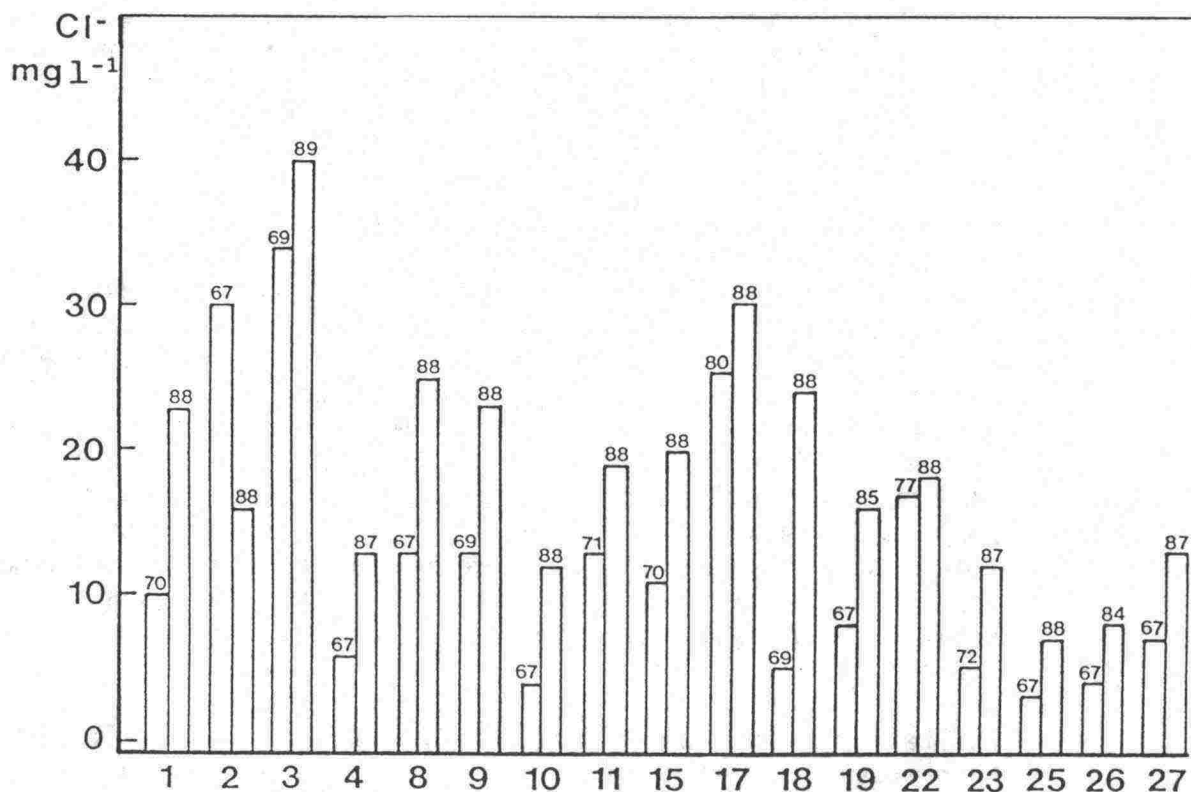
Maantiesuolauksen vaikutuksen arviointi I Salpausselän alueella koskee lähinnä suuria pohjavesialueita sekä karkeita ja hyvin vettä johtavia maalajeja. Näissä muodostumissa pohjaveden suolaantumisvaikutukset tapahtuvat hitaasti ja ovat myös vaikeasti todettavia. Vertailun vuoksi tämän selvityksen yhteydessä tarkastellaan myös Salpausselän ulkopuolella olevia pienempiä pohjavesialueita, mitkä veden antoisuudeltaan lähinnä palvelevat haja-asutuksen vedenhankintaa. Vertailualueiksi valittiin Kaarningon pohjavesialue Turun kaupungin alueelta sekä yksittäisiä kaivoja Parikkalan alueelta. Kaarningon pohjavesialue on kooltaan $2,9 \text{ km}^2$ ja sen arvioitu antoisuus on noin $2400 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$. Kaarningon pohjavesialueella on seurattu veden laatua säännöllisesti Turun kaupungin toimesta jo 1920-luvulta alkaen. Myös kloridi on kuulunut seurattaviin aineisiin. Pohjavesialueen kautta kulkee Turun moottoritie.

Parikkalan alue taas edustaa moreenialuetta, missä veden antoisuus on suhteellisen vähäinen, näillä alueilla myös maantiesuolan vaikutukset näkyvät nopeimmin ja selvimmin. Moreenialueet tulevat yleensä kysymykseen yksittäistalouksien vedenhankinnassa.

4 TULOSTEN TARKASTELUA

4.1 Vedenottamoalueet

Kuvaan 3 on merkitty ne Salpausselkä-alueella olevat vesilaitokset, joissa on tehty kloridimäärityksiä useamman vuoden ajalta. Vesilaitosten raakavedessä havaitut kloridipitoisuuden muutokset ensimmäisen ja viimeisen havaintovuoden välillä on esitetty kuvassa 4. Vedenottamoiden numerointi sama kuin kuvassa 3.



Kuva 4. Pohjaveden kloridipitoisuus ensimmäisenä ja viimeisenä havaintovuotena eräillä Salpausselän vedenottamoalueilla.

Yleisesti voidaan todeta, että kloridipitoisuudet ovat nousseet lähes kaikissa tapauksissa. Ainoastaan Hangon kaupungin vedenottamoalueella (2) todettiin päinvastainen muutos, mikä johtui meriveden tunkeutumisesta akviferiin pohjaveden liikaoton seurauksena. Muissa tapauksissa maantiesuolan vaikutus kloridipitoisuuden nousuun on ilmeinen.

Taulukossa 1 on tarkasteltu vuosina 1967-1988 pH:ta, sähkönjohtavuutta ja Cl-pitoisuutta niillä Salpausselän vedenottamoalueilla, missä ko. vuosina on tehty kloridimääritykset. Keskimääräinen kloridipitoisuustaso on nouseut kyseisellä ajanjaksolla.

Taulukko 1. pH, sähkönjohtavuus ja kloridipitoisuus Salpausselän vedenottamoilla vuosina 1967-1988.

	pH				σ mSm ⁻¹				Cl ⁻ mg l ⁻¹			
	Max	Md	Min	n	Max	Md	Min	n	Max	Md	Min	n
1967	8.3	7.0	6.3	19	85	9.9	4.4	19	202	7	3	19
1969	7.8	6.8	6.3	22	41.8	16.1	4.5	22	47	9	0	21
1970	7.4	6.9	6.3	20	21.8	11.9	4.5	18	46	9	0	19
1971	8.0	6.9	6.2	20	58.2	15.7	6.4	19	150	8.5	4	16
1972	8.4	6.9	5.9	28	65.0	14.5	5.2	21	573	10	2	27
1973	8.5	7.0	6.1	25	97.5	16.0	6.7	19	275	12	3	20
1977	8.9	7.0	6.0	34	192	20	5	27	200	12	0	27
1980	8.8	6.9	6.0	40	41	16	1	41	41	11	5	28
1982	8.8	7.1	5.9	22	27.3	19.6	8.5	20	70	12	2	23
1983	8.5	7.1	5.9	15	172	23.5	5.7	12	42	14	2	15
1984	8.6	7.1	6.5	38	39	18	5	33	44	15	3	20
1985	8.4	6.9	4.9	19	32.4	18.9	7.3	19	45	15	3	19
1986	7.5	7.0	6.0	16	46	22.3	7.4	14	140	20.5	3	18
1987	7.9	6.9	6.0	43	48	20	9	39	80	18	3	21
1988	7.9	7.0	6.1	38	254	19	7.7	34	41	16	4	25

Seuraavassa tarkastellaan lähemmin eri vedenottamoalueilla maantiesuolan ja pohjaveden kloridipitoisuuden mahdollista yhteyttä. Pohjavesialueisiin liittyvä riskiarviointi on esitetty kappaleessa 4.5 ja tähän liittyviä aluekohtaisia karttoja on esitetty liitteissä 3-7. Vedenottamoiden koodit vastaavat yhdyskuntien vedenhankinnalle tärkeiden pohjavesialueiden numerointia (Vesihallitus 1983).

UUDENMAAN LÄÄNI

Hanko (01-078-)

Valtatie kulkee 19 km pitkän Hangon pohjavesialueen läpi sen koko pituudelta. Pohjavesi virtaa enimmäkseen luoteeseen Suomenlahteen ja osin etelään. Valtatie on muodostumisalueen pohjoispuolella, joten sen pitäisi vaikuttaa vedenlaatuun valtatiestä pohjoiseen olevilla vedenottamoilla. Tällaisia vedenottamoita ovat Hopearanta, Furunäs, Santalanranta ja Lappohja. Valtatieltä etelään suuntautuva pohjaveden virtaus kulkee Ampumaradan ja Mannerheimintien vedenottamoiden kautta.

Hopearannan vedenottamolle (01-078-01) pohjavesi virtaa valtatieltä ja vedenottamon pohjoispuolella olevasta merenlahdesta. Cl-pitoisuus on vaihdellut paljon, esim. v. 1967 se oli 202 mg l⁻¹ ja v. 1988 23 mg l⁻¹. Vaihtelu johtuu pohjaveden liikaotosta ja meriveden intruusiosta. Furunäsin vedenottamo muistuttaa sijaintinsa ja käyttönsä osalta paljon Ho-

pearannan vedenottamoa, mutta siellä Cl-pitoisuuden vaihtelut ovat vähäisiä.

Santalanrannan vedenottamolla Sandö-Grönvikissä (01-078-02) esiintyy myös suuria Cl-pitoisuuden vaihteluita, ja sen sijainti on saman tyyppinen kuin Hopearannan. Vuonna 1973 Cl-pitoisuus oli 275 mg l⁻¹ ja v. 1988 16 mg l⁻¹. Nämä pitoisuudet johtuvat meriveden joutumisesta muodostumaan eikä tiesuolan käytöstä.

Lappohjan vedenottamo (01-078-04) sijaitsee vajaan 500 m:n päässä valtatiestä ja suoraan valtatieltä tulevan virtauksen alapuolella. Vuonna 1973 Cl-pitoisuus oli 104 mg l⁻¹, mutta sen jälkeen pitoisuudet ovat olleet alhaisia ja vakaita. Vuonna 1988 Cl-pitoisuus oli 7 mg l⁻¹. Tästä pohjavesialueesta tarvittaisiin enemmän tietoja, murtoveden ja tiesuolauksen vaikutusten arvioimiseksi.

Tammisaari (01-835-/01-606-51)

Tammisaaren pohjavesialue on n. 16 km pitkä. Trollbölen vedenottamo sijaitsee Dalkullassa (01-835-03). Valtatie kulkee vedenottamon itäpuolella n. 1 km:n päässä, eikä sen pitäisi vaikuttaa veden laatuun. Alueella on koillis-lounaissuuntaisia kalliomurroksia, joihin muodostuu pohjavettä. Trollbölen vedenottamo saa pohjavetensä pinnassa olevan saven alla olevista vettä johtavista kerroksista.

Tammisaaren alueella (01-835-51) on kaksi pohjavedenottamoa: Björknäs ja Prästängen. Molemmat ovat pohjoiseen valtatiestä ja suoraan valtatieltä tulevan virtauksen alapuolella. Molemmilla ottamoilla on ollut suuria Cl-pitoisuuden vaihteluita, mutta v. 1990 pitoisuudet olivat molemmissa melko alhaisia: 12 mg l⁻¹ Prästängenissä ja 20 mg l⁻¹ Björknäsissä. Kumpikin sijaitsee alle kilometrin päässä Pohjanpitäjänlahdesta, joten murtovesi saattaa vaikuttaa veden laatuun. Alueelta tarvittaisiin myös enemmän tietoja.

Ekerön vedenottamo (01-606-51) on myös valtatie pohjoispuolella. Valtatie on pohjaveden muodostumisalueen eteläpuolella, eikä sen pitäisi vaikuttaa ottamon veden laatuun. Vuonna 1973 Cl-pitoisuus oli 80 mg l⁻¹, mutta ko. tieto on ilmeisesti väärä, koska kaikki muut tulokset ovat korkeintaan 8 mg l⁻¹.

Karjaa (01-220-)

Karjaan pohjavesiesiintymä on n. 18 km pitkä, minkä yli valtatie kulkee koko pituudelta harjun eteläreunaa ja pohjavesiesiintymän keskialueen kautta. Alueelta on otettu vain muutamia Cl-näytteitä. Pohjaveden virtaus on pääasiassa kaakosta luoteeseen. Kalliokynnykset rajaavat selvästi virtauksen. Harjun luoteissivulla on hyvin vettä johtavaa hiekkaa ja soraa. Reuna-alueilla on paksuja savikerroksia. Sähkönjohtavuuden perusteella alueella on tapahtunut vain vähäisiä muutoksia suolapitoisuudessa. Landsbron vedenottamolla (01-220-01) sähkönjohtavuus on kaksinkertaistunut arvosta 19,1 arvoon 32,0 mS/m. Tämä nousu on tiesuolauksen aiheuttamaa. Lindnäsin vedenottamolta (01-220-51) on

vain yksi sähkönjohtavuuden arvo 38,0 mS/m, mikä on melko korkea.

Lohja (01-428-)

Valtatie nro 53 kulkee 17 km:n pituudelta Lohjanharjun kaakkoisreunan ylitse. Myös täällä kallioperän topografia jakaa harjun pieniin pohjavesialueisiin. Alueelta on paljon näytteitä vedenottamoilta, yksityisistä kaivoista ja lähteistä. Lohjan kaupungin alueella (01-428-51) Cl-pitoisuus oli vuonna 1990 keskimäärin 20,2 mg l⁻¹, kun vuonna 1954 luku oli vastaavasti 5,5 mg l⁻¹. Cl-pitoisuuden nousua voidaan pitää paikallisteiden suolauksen sekä valtatie suolauksen aiheuttamana. Cl-pitoisuudet ovat selvästi korkeampia valtatieltä virtauksen suuntaan.

Vihti (01-927-)

Vihdin pohjavesialue on n. 16 km pitkä. Valtatie kulkee alueen läpi koko sen pituudelta. Kaksi pohjavedenottamo sijaitsee alavirtaan valtatieltä. Vain Luontolan vedenottamolta (01-927-01) on otettu näytteitä, joiden keskimääräinen Cl-pitoisuus on 13,2 mg l⁻¹. Vuonna 1967 Cl-pitoisuus oli 6,0 mg l⁻¹ ja vuonna 1988 vastaavasti 13,0 mg l⁻¹.

Nurmijärvi (01-543-)

Pohjavesialue on n. 12 km pitkä, ja valtatie nro 53 kulkee sen läpi koko matkalta. Valtatie on harjun pohjoisreunalla Kiljavan alueella (01-543-52), ja sen virtaussuunta on pohjoiseen pois pohjavesialueelta. Tässä tapauksessa valtatie ei vaikuta pohjaveden laatuun merkittävästi. Johtoluku sekä Cl-pitoisuus ovat alhaisia vedenottamolla.

Alkon Rajamäen tehtaiden vesianalyysseissä Cl-pitoisuus on ollut vuonna 1948 4,5 mg l⁻¹ ja vastaavasti vuonna 1989 3,0 mg l⁻¹. Vedenottamo sijaitsee n. 2 km pohjoiseen valtatieltä, ja pohjaveden virtaus on alueelta pois päin.

Hyvinkää (01-106-)

Valtatie nro 53 kulkee vedenottamoalueen kautta n. 4 km:n pituudelta Nopossa (01-106-01) ja Hyvinkäänkylässä (01-106-02). Alkon tehtailla Nopossa on Cl-pitoisuus noussut tasaisesti. Vedenottamo sijaitsee noin 5 km lounaaseen valtatiestä E79 ja alle 5 km koilliseen valtatiestä 53. Cl-pitoisuus on vaihdellut vuosina 1966-1989 välillä 9-21 mg l⁻¹. Vuosittain pitoisuuden kasvu on ollut keskimäärin 1,71 mg l⁻¹ Cl.

Valtatie nro 53 kulkee Hyvinkäänkylän pohjavesialueen kautta n. 1,2 km:n pituudelta. Pohjavesialueen pohjoisosa muodostuu harjusta, joka levenee Jätinlukkojen alueella deltaksi. Hyvinkäänkylän vedenottamo on 1,2 km pohjoiseen valtatieltä, eikä siellä ole todettu olevan merkkejä tiesuolauksen vaikutuksista. Tiealueelta ei tapahdu virtausta vedenottamolle.

Valtatie kulkee pohjavesialueen länsireunaa pitkin Hyvinkään (01-106-51) alueella. Alue on lähinnä hiekkaa, pintakerroksessa on silttiä ja hiekkaa. Kallioperän topografia todennäköisesti taas estää pohjaveden virtausta kaakosta, jolloin virtaus on pääasiassa kohti valtatieä.

Sveitsin pohjavedenottamon Cl-pitoisuudet ovat olleet keskimäärin 22,0 mg l⁻¹ viiden viimeisen vuoden aikana. Erkylän vedenottamon pitoisuudet ovat keskimäärin 3,1 mg l⁻¹. Valuma-alueella ei ole havaittavissa mitään kloridin aiheuttamaa pilaantumista.

HÄMEEN LÄÄNI

Riihimäki (04-694-)

Herajoen pohjavesialueen (04-694-51) kautta kulkee valtatie 2 kolmen kilometrin pituudelta. Pohjavesi muodostuu ensisijaisesti koillisessa Riutan alueella. Herajoen vedenottamolla Cl-pitoisuudet ovat nousseet hitaasti vuodesta 1967 (Cl 13 mg l⁻¹) vuoteen 1990 (Cl 26,6 mg l⁻¹). Tiesuolan vaikutus on ilmeinen.

Hausjärvi (04-086)

Valtatie nro 53 ylittää 1,2 km:n matkalta Hausjärven pohjavesiesiintymän. Alue on harjumuodostuma, jossa on karkeita, paikoin kerrostuneita sedimenttejä. Virtaussuunta on alueella ensisijaisesti luoteeseen ja toissijaisesti kaakkoon. Hikiän vedenottamo sijaitsee n. 3 km etelään valtatieltä. Vedenottamolta on vain yksi Cl-analyysi vuodelta 1977, jolloin Cl oli 15 mg l⁻¹. Tämä melko korkea pitoisuus saattaa johtua valtatieen lisäksi myös ympärillä olevasta asutusalueesta.

Oitin pohjavesialueen (04-086-01) kautta valtatie nro 53 kulkee 1,2 km sen luoteissivua. Maaperä alueella on hiekkaa ja pohjoisosassa moreenia. Pohjaveden pinta on idässä 4 m korkeammalla kuin lännessä, joten virtaus on kohti luodetta ja valtatieä. Oitin vedenottamon korkeat Cl-pitoisuudet eivät näin ole yksinomaan valtatieen aiheuttamia vaan mahdollisesti myös asutuksen aiheuttamia.

Kärkölä (04-316-)

Alue koostuu useista pohjoisluode-eteläkaakkoissuuntaisista harjuista. Alueen pituus on Kukonmäeltä (04-316-01), Sirkkovierunmäelle (04-316-03) yhteensä 6 km. Näitä kahta aluetta erottaa joki. Kallioperä rajoittaa virtausta Sirkkovierunmäellä muodostaen kaksi erillistä valuma-alueita: toinen virtaa pohjoiseen jokeen ja Hahkajärveen ja toinen etelään. Sedimentit ovat karkeata hiekkaa ja soraa. Valtatie ei kulje tämän alueen kautta.

Myös Kukonmäki on luode-kaakkoissuuntainen harju, jonka pintamaa on hiekkaa ja jota ympäröivät savialueet. Pohjavesi on yli 20 m:n syvyydessä. Vedenottamo on n. 0,6 km valtatie eteläpuolella virtauksen suunnassa. Pohjavedenottamon Cl-pitoisuudet ovat vaihdelleet välillä 5-12 mg l⁻¹ vuosina 1970-1985.

Supinmäen alue (04-316-02) koostuu glasio-fluviaalisista kerrostumista ja harjuista. Alueen kautta ei kulje valtatie. Koillisessa se saattaa olla yhteydessä Hatsina-Kukonkoivuun alueeseen. Maalaji on hiekka, missä paikoittain välikerroksina on silttiä.

Koski HL (04-283-)

Valtatie nro 12 kulkee n. 1,4 km:n matkalta 5 km:n pituisen Ilola-Kukkolanharjun (04-283-51) pohjavesialueen eteläisen osan ylitse. Ilola-Kukkolanharju on hiekka- ja soraharju, jonka koillisosassa esiintyy myös silttisiä välikerroksia. Harju on mahdollisesti kallioruhjeen päällä. Koillisessa on moreenin peittämä kallioalue. Pohjavesi purkautuu lähinnä Kellolähteeseen kaakossa vajaat 200 m pohjoiseen valtatiestä. Valtatie kulkee pienessä painanteessa korkeampien eteläisten ja pohjoisten alueitten välissä. Virtaus näyttää olevan kohti lähdettä. Keskimääräinen Cl-pitoisuus oli 1977-1980 11 mg l⁻¹ vaihdellen välillä 9-13 mg l⁻¹. Johtoluku on ollut 1977-1987 keskimäärin 15,2 mS/m.

Hollola (04-098-)

Valtatie nro 12 ylittää 8 km:n matkalla Kukonkoivu-Hatsinan pohjavesialueen (04-098-51) etupäässä muodostumisalueella. Tämä on I Salpausselän suurimpia pohjavesiesiintymiä. Alueen toinen vedenottamo on Ruoppa, joka on valtatie ylempanä. Analyysien mukaan johtoluku ja Cl ovat hyvin alhaisia.

Valtatie ylittää 4 km:n matkalta Salpakankaan pohjavesialueen (04-098-52) eteläisen sivun. Pohjavesiesiintymän paksuus on 5-30 m. Harjun alla on kallioruhje, joka kulkee Ison Tiilijärven ja Ralaksuon kautta. Virtaus näyttää olevan lähinnä etelään. Tämän alueen ja lännessä olevan Lahden pohjavesialueen välillä on ilmeisesti vedenjakaja. Kumpikaan alueen vedenottamoista ei ole valtatieltä tulevan virtauksen reitillä, ja molemmissa johtoluku ja Cl ovat alhaiset. Valtatiellä ei ole merkittävää vaikutusta pohjaveden laatuun.

Lahti (04-398-)

Valtatie nro 12 kulkee noin 11 km:n matkalla tämän pohjavesiesiintymän halki. Valtatie on osin pohjavesialueen päällä. Tiesuolauksen pitäisi vaikuttaa veden laatuun täällä, mutta johtuen pohjavesiesiintymän suuresta koosta vaikutukset ovat hitaasti todettavia. Lahden kaupungilla on useita vedenottamoita. Selvimmin tiesuolan vaikutukset ovat nähtävissä Launeen (max. Cl 32 mg l⁻¹), Jalkarannan (max. Cl 12,5 mg l⁻¹) ja Urheilukeskuksen (max. Cl 19 mg l⁻¹) vedenottamoilla. Keskimääräinen Cl-pitoisuus oli vuonna 1987 12,5 mg l⁻¹. Jos tätä tulosta verrataan Hollolan alhaisiin Cl-pitoisuuksiin, on pitoisuuden nousu

ollut selvä. Kaupungin katujen suolaus sekä muut kaupunkiympäristön vaikutukset ovat Cl-pitoisuuden kasvun aiheuttajina. Lahden alueen pohjavesiesiintymästä tarvittaisiin lisää analyysitietoja kloridin levinneisyyden tarkempaa määrittämistä varten.

Nastola (04-532-)

Harjussa vaihtelevat silttikerrokset ja karkeat sedimentit. Valtatie kulkee 18 km:n matkalla tämän pohjavesiesiintymän ylitse, josta vain 2,5 km on hiekkamaalla Villähteen (04-532-51) kohdalla. Villähteen vedenottamolla Cl-pitoisuus on noussut vuoden 1967 arvosta 4 mg l⁻¹ vuoden 1988 arvoon 12 mg l⁻¹, mikä on todennäköisesti tiesuolauksen aiheuttamaa.

Nastolan alueella (04-532-01) valtatie kulkee muodostumisalueen eteläreunaa, joten suurin osa virtauksesta on kohti etelää, poispäin pohjavesialueelta. Osa tiesuolan kloridista kulkeutuu kuitenkin vedenottamon pohjaveteen.

KYMEN LÄÄNI

Iitti (05-142-)

Valtatie nro 12 ylittää n. 8 km:n matkalla litin pohjavesialueen sen koko pituudelta. Pohjavesiesiintymä on soraa ja hiekkaa muuttuen hienojakoisemmaksi etelää kohti. Pohjavesiesiintymä on melko pieni ja Cl:n vaikutukset ovat selvästi havaittavissa. Cl-pitoisuus on noussut Kausalan vedenottamolla (05-142-01) 11 mg l⁻¹ vuonna 1970 ja 35 mg l⁻¹ vuonna 1987, ja Myllytöyryn vedenottamolla (05-142-02), 14 mg l⁻¹ vuonna 1984 ja 20 mg l⁻¹ vuonna 1988. Tämä Cl-pitoisuuden nousu johtuu todennäköisesti tiesuolauksesta, koska alueella on hyvin vähän asutusta ja teollisuutta.

Elimäki (05-044-)

Valtatie nro 6 kulkee Napan pohjavesiesiintymän läpi sen koko pituudelta (n. 3 km). Tämä esiintymä on jaettu alueisiin A ja B. Alueella A on kallioalustalle kerrostunut moreenia sekä vettäjohtavaa hiekkaa ja soraa. Alueella B savi ja siltti peittävät vettäjohtavat sora- ja hiekkakerrokset. Valtatie kulkee alueen A kautta. Pohjaveden virtaussuunta on etelään Ahkojan ja Napan vedenottamoille. Näillä vedenottamoilla ei ole havaittu selvää Cl-pitoisuuden nousua, ko. pitoisuudet ovat olleet välillä 3-13 mg l⁻¹.

Kouvola (05-286-)

Kouvolan Torninmäen pohjavesialue (05-286-01) on n. 3,5 km pitkä ja valtatie kulkee sen ylitse n. 2,5 km:n matkalla. Paksut hiekka- ja sorakerrokset ovat vallitsevina. Pohjoispuolella ovat sedimentit karkeampia kuin etelässä, missä keskikarkea hiekka ja siltti ovat vallitsevina. Moreeni- ja silttikerrokset vuorottelevat sora- ja hiekkakerrosten kanssa. Pohjois-eteläsuuntaiset kallioruhjeet kulkevat selänteen läpi, ja pohjavesi valuu

osin näitä ruhjeita pitkin ja osin ympäristön lähteisiin sekä lähteikköihin. Valtatie nro 6 on muodostumisalueen pohjoispuolella, eikä sen siten pitäisi vaikuttaa veden laatuun. Valtatie 15 kulkee muodostumisalueen kautta. Viilansuon vedenottamon Cl-pitoisuudet ovat olleet korkeita, vuonna 1980 Cl-pitoisuus oli 25 mg l⁻¹ ja vuonna 1988 vastaavasti 30 mg l⁻¹. Nämä pitoisuudet johtuvat todennäköisesti kaupungin katujen ja teiden suolauksesta.

Valkeala (05-909-)

Utin pohjavesialue (05-909-06) on n. 12,5 km pitkä, ja sen läpi kulkee valtatie nro 6. Valtatie kulkee enimmäkseen selänteen päällä, mutta alueen kahden vedenottamon kohdalla (Utti, PLM ja Haukkajärvi) valtatie on selänteen eteläreunalla. Virtaus on pinnanmuotojen perusteella todennäköisimmin etelää kohti. Kallioruhjeet jakavat pohjavesiesiintymän alueisiin A ja B. Vaihtelevat kallioperän muodot keskeyttävät normaalin veden virtauksen luode-kaakkolinjalla Haukkasuolta Haukkajärvelle.

Utti PLM -vedenottamon harvalukuiset vesinäytteet viittaavat yhdenmukaisesti alhaisiin Cl-pitoisuuksiin. Tämä on epätavallista ottaen huomioon vedenottamon sijainnin tiehen nähden. Pohjois-eteläsuuntainen kallioselänne, joka jakaa pohjavesialueen, kääntää virtauksen luoteeseen ja koilliseen. Selänteen länsilaidan heikosti lajittuneet moreenit, lähteet ja suot osoittavat hydraulisen yhteyden Kouvolan ja Utin pohjavesialueiden välillä olevan vähäistä. Tätä tukee myös alhainen Cl-pitoisuus 11 mg l⁻¹ lähteessä 1. Korkeita Cl-pitoisuuksia oli valtatie eteläpuolella alueella A (lähde 4: 28 mg l⁻¹) ja pohjoispuolella alueella B (lähde 14: 39 mg l⁻¹, lähde 15: 35 mg l⁻¹).

Kotkan kaupungille ollaan perustamassa Kuivalan eteläpuolelle uutta tekopohjavedenottamoa. Tämä alue on valtatieltä tulevan virtauksen reitillä.

Anjalankoski (05-754-)

Valtatie nro 6 ylittää Kaipiaisten pohjavesialueen (05-754-01) sen koko pituudelta (n. 3 km). Tämä pohjavesialue on hydraulisesti yhteydessä Uttiin. Pohjoissivun maa-aines on hydraulisesti johtavampaa kuin eteläisivun. Kaipiaisten vedenottamo on pohjoissivulla. Vaikka valtatie kulkee selänteen harjalla, se on pohjoiseen vedenjakajasta. Muodostumisalue on n. 0,7 km etelään valtatiestä (kuva 9). Virtaus on lähinnä pohjoiseen ja etelään. Kaipiaisten vedenottamon Cl-pitoisuudet ovat olleet 1980-luvulla 27-45 mg l⁻¹, keskimäärin 41,6 mg l⁻¹ (1981-1988). Lokakuussa 1990 otettiin näyte lähteestä 13, jolloin Cl-pitoisuus oli 18 mg l⁻¹. Lähde on melko lähellä vedenottamoa. Vedenottamon korkeampi Cl-pitoisuus johtunee siitä, että vesi pumpputaan syvemmältä pohjavesimuodostumasta.

Luumäki (05-441-)

Pohjavesiesiintymä Taavetista (05-441-01) Kaunisrantaan (05-441-03) on n. 12 km pitkä, ja valtatie nro 6 ylittää sen koko pituudelta. Valtatie

kulkee selänteiden harjalla. Hiekka ja sora ovat alueella vallitsevina. Pohjoissivun aines on karkeampaa kuin eteläisivun. Pohjavesi virtaa kallioruhjeita pitkin luoteeseen ja Taavetin vedenottamolle, jonka alueelta on ylivirtausta. Cl-pitoisuudet ovat nousseet vuoden 1955 arvosta 9,0 mg l⁻¹ vuoden 1990 arvoon 31 mg l⁻¹. Kloridin todennäköinen alkuperä on valtatie.

Lappeenranta (05-405-)

Lappeenrannan Huhtiniemen pohjavesialue (05-405-01) on n. 4 km pitkä, ja valtatie kulkee sen eteläisen osan yli. Pohjavesialueen pohjoissivulla ovat hiekka ja sora vallitsevina ja hienommat sedimentit etelässä. Tältä alueelta ei ole näytteitä eikä tietoja veden korkeuksista.

Joutseno (05-173-)

Joutsenonkankaan pohjavesiesiintymä (05-173-51) on n. 12 km leveä ja valtatie nro 6 kulkee koko matkalta sen läpi. Pohjoisessa maasto on kumpuilevaa ja kuoppaista. Heikosti vettäjohtavia moreenikerroksia on hiekka- ja sorakerrostumien välissä. Kaikki vedenottamot sijaitsevat pohjavesiesiintymän pohjoissivustalla. Tielaitos on valinnut Joutsenonkankaan alueen seurantaan varten. Pohjavesiesiintymän länsiosaan asennetaan yhteensä 17 havaintoputkea.

Joutsenonkankaan alueella on 5 vedenottamo (Muukon 1+2 ja Puslamäen näytteenoton tulokset on ilmoitettu liitteissä Lappeenrannan kohdalla). Kloridin määrä ja johtoluku eivät ole nousseet sinä aikana, kun näytteitä on otettu, vaikka Cl-pitoisuudet ovat korkeammat selänteiden itäosissa verrattuna länsiosaan. Tämä johtunee ilmeisesti idän tiheämmästä asutuksesta ja teollisuudesta. Lokakuussa 1990 otettiin näytteitä neljästä lähteestä pohjavesiesiintymän reunoilta. Kaikissa näytteissä oli erittäin alhaiset Cl-pitoisuudet (keskimäärin 1,7 mg l⁻¹).

Ukonhaudan (05-173-02) ja Tiuruniemen (05-173-01) pohjavesialueiden pituus on 15 km, ja sen alueella on 11 km valtatie nro 6. Ukonhaudan alueella tie kulkee selänteiden harjalla ja Tiuruniemessä lounaisosan halki, mutta jatkaa sitten pitkin alueen eteläreunaa ja edelleen pohjavesialueen ulkopuolelle. Sora ja hiekka ovat vallitsevina. Ukonhaudan alueelta ei ole yhtään vesinäytettä. Tiuruniemen alueella on kolme vedenottamo, joiden analyysitulokset osoittavat pieniä muutoksia Cl-pitoisuuksissa. Ainoa vedenottamo, jonka vedenlaatuun valtatie on saattanut vaikuttaa, on Korvenkylä, jossa Cl-pitoisuus vuonna 1987 oli 7 mg l⁻¹. Maalajina on todennäköisesti savi tai siltti, mikä estää kloridin suotautumisen pohjaveteen.

Imatra/Ruokolahti (05-153-, 05-700-)

Imatran Vesioronkankaan (05-153-519) ja Ruokolahden Oritlammen (05-700-02) pohjavesialueiden yhteinen pituus on n. 5,5 km. Valtatie kulkee suurimmaksi osaksi alueen läpi. Oritlammen kohdalla valtatie on kuitenkin pohjavesialueen etelärajalla. Vesioronkangas on alkuperältään delttä. Sen itäosissa on karkeampaa soraa ja lännessä hiekkaa. Kaakkois-Suomen

Rajavartioston vedenottamo on 1,4 km kaakkoon valtatiestä, ja vaikka vähäiset vesinäytteet eivät osoita Cl-pitoisuuksien nousua, pitäisi täällä näkyä suolauksen vaikutuksia. Vesioronkankaan pohjavesialueen ymmärtämiseksi olisi välttämätöntä saada lisää tietoja virtaussuunnista ja vesinäytteitä yksityisistä kaivoista ja/tai lähteistä.

Oritlammen esiintymä on pintaosiltaan lähinnä hiekkaa, mutta laaksossa vettäjohtavat kerrostumat ovat osittain tiiviiden soistuneiden maakerrosten peittämiä. Kallioruhje kulkee luode-kaakkoissuunnassa koko alueen läpi, ja virtaus on kohti tätä painannetta ja edelleen luoteeseen kohti järveä. Oritlammen vedenottamolta on vain yksi analyysituloks vuodelta 1975 (3,5 mg l⁻¹). Vedenottamo sijaitsee alle kilometrin päässä valtatiestä, suoraan pohjaveden virtaussuunnassa. Todennäköisesti Cl-pitoisuustaso on nykyisin korkeampi.

Rautjärvi (05-689-)

Rautjärven Simpeleen pohjavesialue (05-689-01) on n. 4 km pitkä ja valtatie kulkee sen kautta n. 2,5 km:n matkalla. Alue on alkuperältään delta ja koostuu paksuista sora- ja hiekkakerroksista. Karkeammat sedimentit ovat pohjoispuolella. Valtatie sijaitsee alueen itäosavallalla, eikä ole virtaukseen nähden Simpeleen vedenottamon yläpuolella, joka on alueen länsireunassa. Kuitenkin Cl-pitoisuudet ovat nousseet tällä vedenottamolla vuoden 1967 arvosta 4,0 mg l⁻¹ arvoon 13 mg l⁻¹ vuonna 1988.

Parikkala (05-580-)

Parikkalassa on kolme pohjavesialuetta, joiden yhteinen pituus on n. 10 km. Valtateiden 6 ja 14 yhteispituus alueella on 3,5 km. Kaikki kolme pohjavesialuetta ovat sora- ja hiekkavaltaisia pitkittäisharjuja. Likolammella (05-580-01) tie kulkee 0,5 km:n pituudelta imeytymisalueen kautta. Vedenottamot (sekä vanha että uusi) ovat alle kilometrin päässä tiestä sen koillispuolella. Vuonna 1980 lakkautetun vanhan vedenottamon Cl-pitoisuus oli vuosina 1967-1973 keskimäärin 3,2 mg l⁻¹ ja uuden vuosina 1980-1988 keskimäärin 12,2 mg l⁻¹. Likolammen rantaviiva on hyvin vettä johtava, ja vedenpinnan korkeudesta riippuen vesi virtaa joko lampeen tai siitä pois. Yleinen virtaussuunta on kohti harjun karkeaa ydintä ja edelleen Simpeleenjärveen.

Särkisalmelta (05-580-02) ei ole käytettävissä vedenlaatutietoja vesinäytteistä. Harjun keskusta on soraa ja hiekkaa, pintaa peittävät tiiviit savi- ja maapinnat Simpeleenjärven alueella, missä valtatie kulkee esiintymän yli. Tieltä huuhtoutuva vesi virtaa todennäköisesti järveä kohti eikä pohjavesiesiintymän suuntaan. Aatunniemen vedenottamolta on yksi vesinäyte vuodelta 1980, jolloin Cl-pitoisuus oli melko korkea 22 mg l⁻¹.

POHJOIS-KARJALAN LÄÄNI

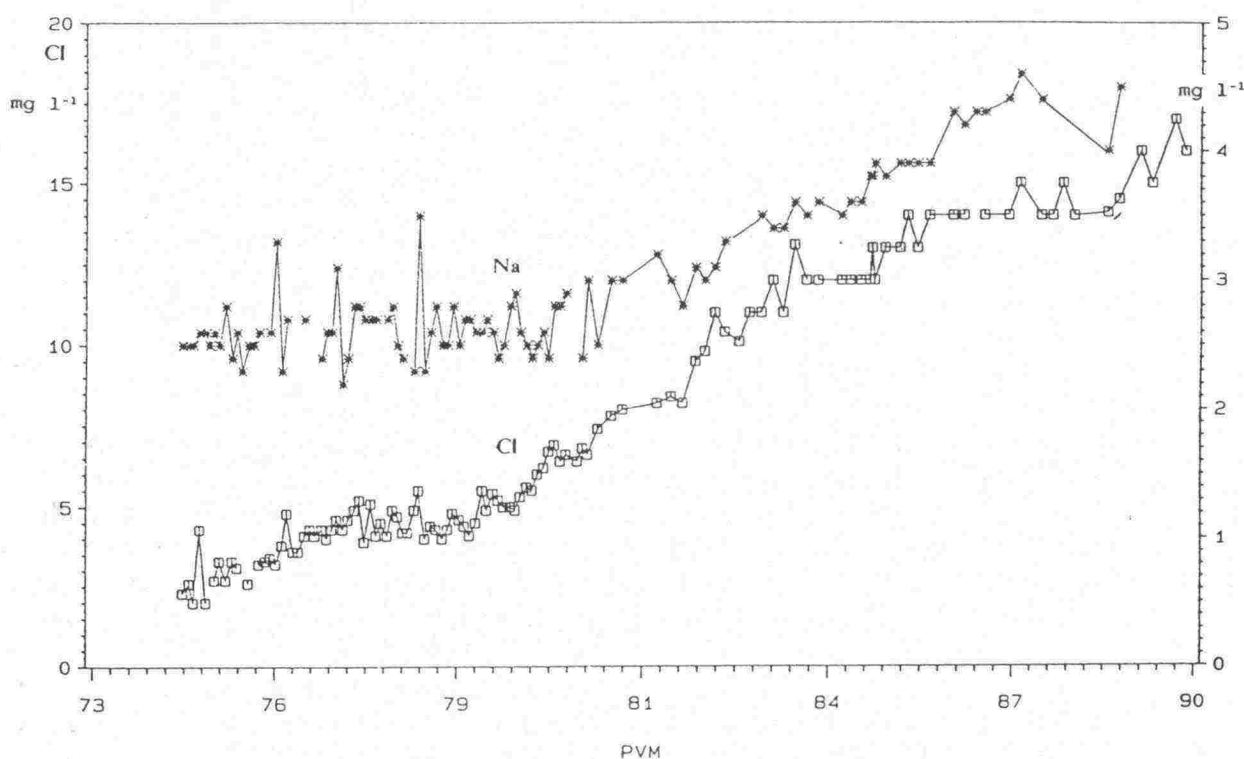
Kesälahti (07-248-)

Valtatie kulkee lähes koko Pitkälammen pohjavesialueen (07-248-01)

ylitse (n. 2 km). Muodostumisalue on valtatieen länsipuolella. Pohjaveden virtaus on kohti Pitkälampea ja kirkonkylän vedenottamoa. Cl-pitoisuus on noussut vuoden 1967 arvosta 7 mg l⁻¹ vuoden 1988 arvoon 13 mg l⁻¹. Syynä tähän nousuun voidaan pitää tiesuolausta.

4.2 Lähdevesiselvitykset

Maantiesuolan liikkeitä pohjavesimuodostumassa tarkasteltiin myös lähdevesitutkimusten avulla. Vesi- ja ympäristöhallituksessa on seurattu 55 koko maan kattavalla pohjavesiasemalla luonnontilaisen pohjaveden laadussa ja määrässä tapahtuvia muutoksia jo vuodesta 1975 alkaen. Kymen vesi- ja ympäristöpiirin alueella Valkealan pohjavesiasemalla (kuva 5) todettiin selvä kloridi- ja natriumpitoisuuden lisääntyminen vuosina 1975-1990.



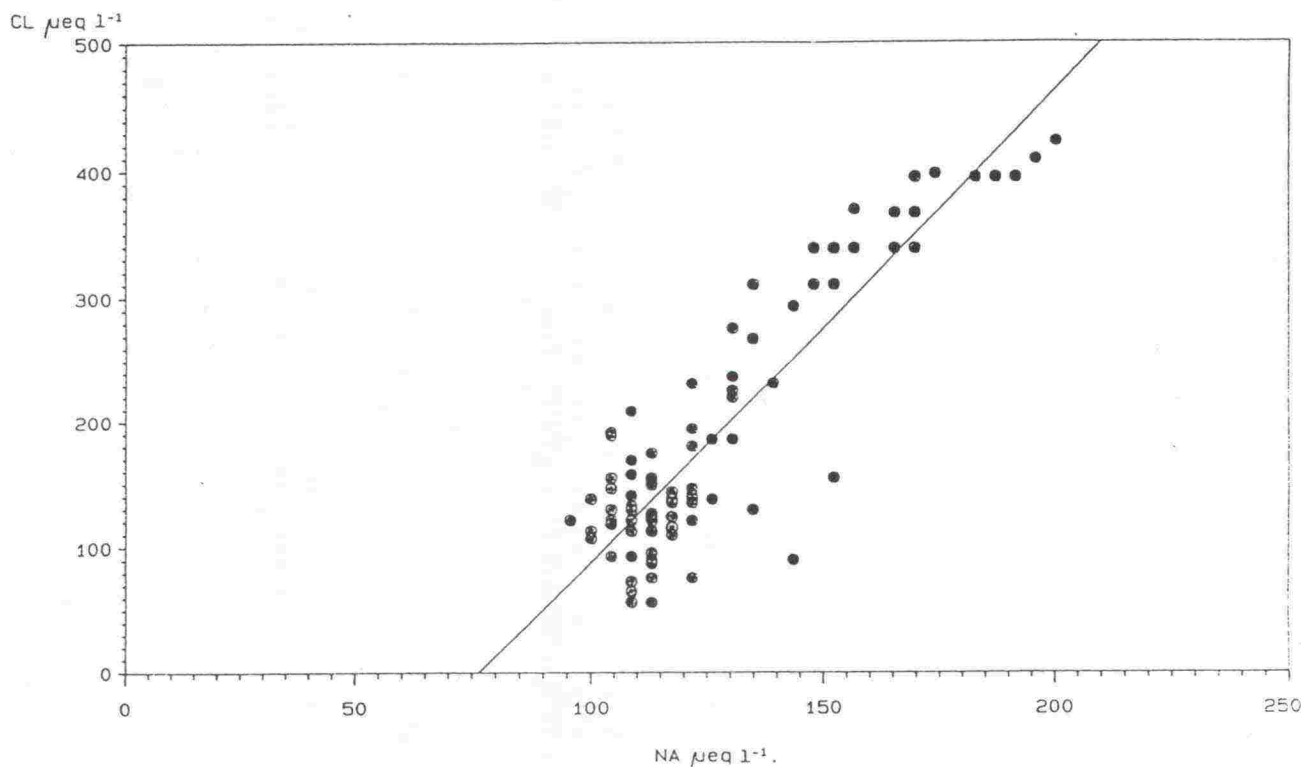
Kuva 5. Natrium- ja kloridipitoisuuden lisääntyminen Valkealan pohjavesiasemalla vuosina 1975-1990.

Valkealan pohjavesiaseman näytteenottopaikka "suuret lähteet" sijaitsee n. 800 m:n päässä valtatie 6:sta. Valtatie ja näytteenottopaikan välillä on selvä hydraulinen yhteys, jolloin tiealueen valumavedet kulkeutuvat kohti lähdeettä ja osittain purkautuvat sen kautta. Lähteiden valuma-alueella ei ole tiedossa muuta sellaista toimintaa, mistä ko. pitoisuuksien nousu olisi voinut aiheutua.

Natriumin ja kloridin ekvivalenttipitoisuuksien välille laskettiin seuraava regressioyhtälö:

$$\text{Cl} = 3,76 \text{ Na} - 287,4;$$

$$R^2 = 0,82$$



Kuva 6. Natriumin ja kloridin vuorosuhde Valkealan pohjavesiasemalla.

Tulos tukee käsitystä, että kyseessä on liukkauden torjunnassa käytetty natriumkloridi. Natriumin ja kloridin pitoisuuksien riippuvuudessa esiintyvä hajonta johtuu natriumin osittaisesta pidättymisestä maaperään (kuva 6).

Vuosina 1975-1990 tiesuolan käyttö lisääntyi Valkealan alueella voimakkaasti. Kymen tiepiirin ilmoituksen mukaan 1970-luvulla tiesuolaa käytettiin n. 5 tn kilometrille vuodessa, kun 1980-luvun lopulla vastaava määrä oli lähes 20 tn kilometrille. Tiesuolan käytön lisäykset näkyvät kuvassa 5 selvästi myös pohjaveden kloridipitoisuuden asteittaisena lisääntymisenä (Soveri ja Vesterinen 1990).

Mitä karkearakeisempaa on maalaji, sitä selvempi on natriumin ja kloridin vuorosuhde luonnontilaisessa pohjavedessä:

$$\text{Na} = 0,85 \times \text{Cl} + 0,76$$

$$R^2 = 0,832$$

Hienorakeisilla savi- ja silttialueilla riippuvuussuhde selvästi heikkenee johtuen natriumin pidättymisestä savikollodeihin (Soveri 1985).

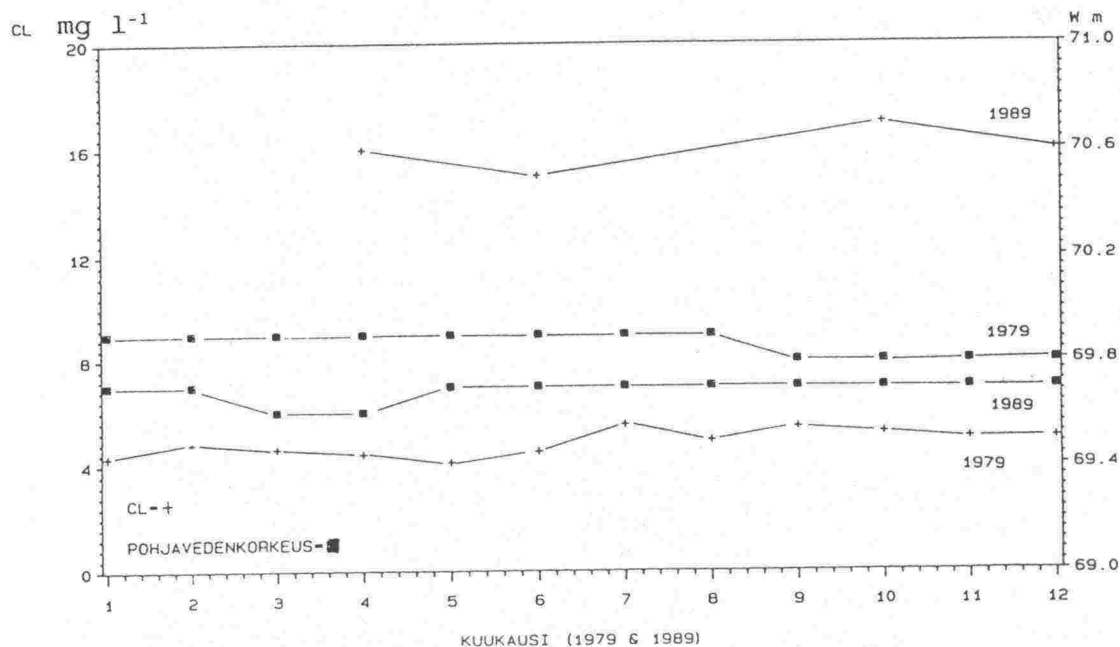
$$\text{Na} = 0,38 \times \text{Cl} + 2,61$$

$$R^2 = 0,344$$

Lumenkaatopaikkojen sulamisvedessä, missä ei ole maaperän adsorptiovaikutusta, on natriumin ja kloridin välinen riippuvuussuhde erittäin korkea (Locat ja Gélinas)

$$\text{Cl} = 14,67 + 1,56 \times \text{Na}$$

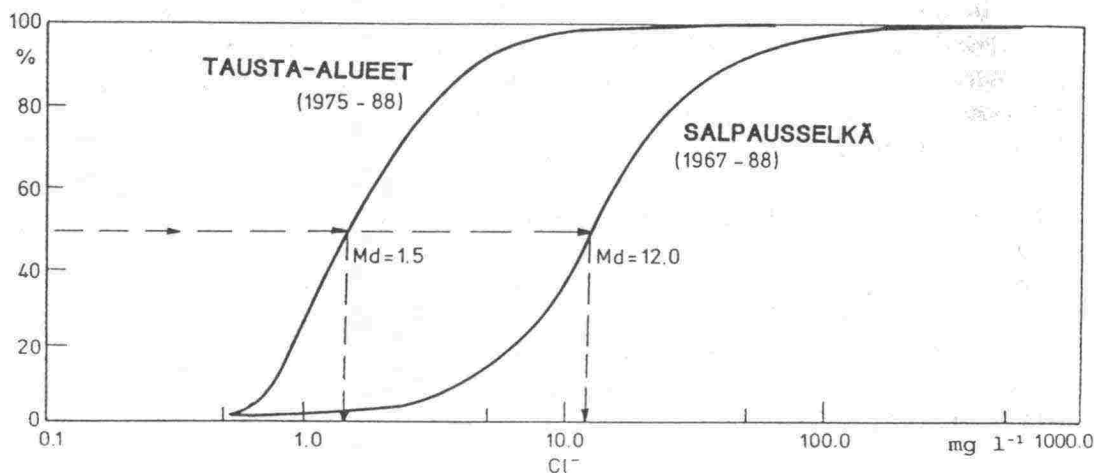
$$R^2 = 0,99$$



Kuva 7. Pohjaveden korkeuden ja kloridipitoisuuden vuosivaihtelut Valkealassa vuonna 1979 ja vuonna 1989.

Kuvassa 7 on verrattu Valkealan pohjavesiasemalla vuosien 1979 ja 1989 pohjaveden korkeuden ja kloridipitoisuuden vuosivaihteluita keskenään. Vertailu osoittaa, että lähes samalla vedenkorkeustasolla kloridipitoisuuden kasvu on ollut merkittävää 10 vuoden aikana. Siis vedenkorkeustasojen eroilla ei ole selittävää vaikutusta pohjaveden kloridipitoisuuteen.

Salpausselän alueelta otettiin noin 60 lähdevesinäytettä, joiden analyysitulokset on esitetty liitteissä. Lähdevesinäytteiden avulla arvioitiin Salpausselän keskimääräinen suolaantumistilanne, ja suolaantumistasetta verrattiin vesi- ja ympäristöhallituksen pohjavesiasemien tausta-arvoihin. Tulokset on esitetty kuvassa 8 kumulatiivisina jakaumina. Kloridipitoisuudet ovat Salpausselän alueella noin kymmenen kertaa suurempia kuin keskimäärin tausta-alueilla. Salpausselän alueella pohjaveden kloridipitoisuudet vaihtelivat paljon. Paikoin pitoisuudet vastasivat tausta-arvoja ja paikoin ne ylittyivät selvästi riippuen tiealueen ja näytteenottopaikan geohydrologisesta yhteydestä.



Kuva 8. Kloridipitoisuuden kumulatiiviset jakaumat pohjavedessä Salpausselän alueella sekä tausta-alueilla.

Parikkalan ja Särkisalmen ympäristöstä otettiin useita vesinäytteitä yksityisistä kaivoista, jotka olivat valtatie 6:n varrella. Näillä alueilla pitoisuudet olivat paikoin erittäin korkeita vaihdellen välillä 170 - 1 700 mg l⁻¹. Parikkalan ja Särkisalmen pohjavesialueet ovat pieniä moreenialueita, joissa tiesuolauksen vaikutukset näkyvät nopeasti ja korkeina pitoisuuksina. Näillä alueilla kaivojen vesi on monin paikoin pilaantunut käyttökelpottomaksi tiesuolan vaikutuksesta.

4.3 Suolan kulkeutuminen akviferissa

Alueen geohydrologiset olosuhteet vaikuttavat ratkaisevasti siihen, kuinka tiesuola käyttäytyy pohjavesimuodostumassa. Kapeilla harjualueilla, missä muodostuma on selvästi rajattu ja missä tie kulkee koko matkan muodostuman päällä, on suolan rikastuminen pohjavesivarastoon luonnollisesti paljon runsaampaa kuin sellaisilla alueilla, missä tie kulkee vastaavan muodostuman poikki. Suomessa tiet on usein rakennettu harjujen päälle, koska harjut ovat myös teiden rakentamisen ja kunnossapidon kannalta olleet parasta maapohjaa. Ratkaisuja on perusteltu kustannuksilla, huomioiden laiankaan niitä haitta- ja vahinkokustannuksia, joita mahdollisesti myöhemmin aiheutuu mm. vesihuollon uudelleen järjestämisestä.

Saksassa ja Tanskassa tieverkko kulkee usein laajojen ja paksujen hiekkamuodostumien tai dyynialueiden kautta, joissa myös pohjavesimäärät ovat erittäin suuret. Näillä alueilla tiesuola laimenee melko tehokkaasti suureen vesivolyymiin ja vaikutukset pohjavedessä ovat suhteellisen vähäisiä ja vaikeasti todettavia.

Kanadassa havaittiin erään moottoritien alla 400 m leveää ja 8 m paksu suolalinssi, jossa Cl⁻-pitoisuus saattoi olla jopa 800 mg l⁻¹. Kesän aikana linssin suolapitoisuus aina laimeni pohjavesivirtauksen takia. Kyseinen moottoritie otettiin käyttöön v. 1976. Vuosina 1981-1985 käytettiin alueella tiesuolaa 40-100 tn km⁻¹ (Locat ja Gélinas 1989).

Maantiesuolan käyttöön suhtaudutaan nykyisin Kanadassa sekä Yhdysvaltojen eräissä osavaltioissa hyvin kriittisesti. Siellä selvitetään parhaillaan suolan käytölle vaihtoehtoisia ja ympäristöystävällisempiä ratkaisuja. Jään ja liukkauden torjunnassa kemikaalien käytölle on asetettu seuraavat valintakriteerit (*Chappelow* 1990):

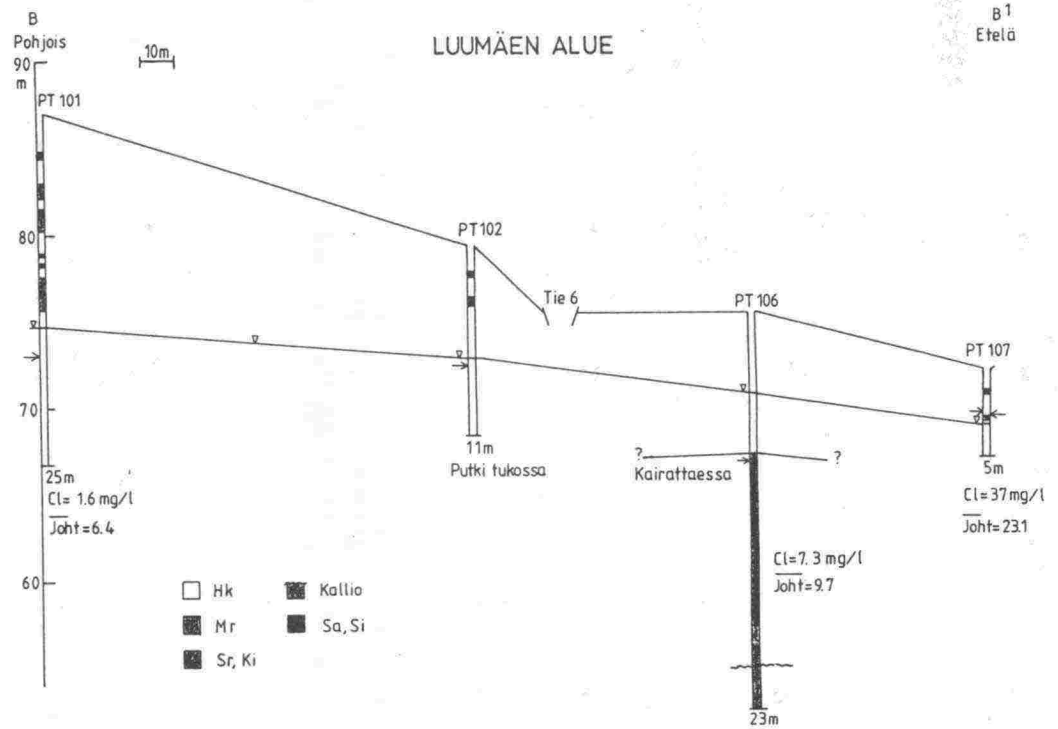
- perusominaisuudet ja laatuvaatimukset
- aineen käyttäytyminen
- yhteensopivuus muiden aineiden kanssa, esim. korroosio
- tekniset ominaisuudet
- ympäristövaikutukset vesi- ja maaekosysteemeissä
- turvallisuus ja terveydelliset näkökohdat
- meteorologiset näkökohdat
- taloudelliset näkökohdat

Arvioitaessa suolan kulkeutumista pohjavesimuodostumassa tulee ottaa huomioon, että suolaliuos on vettä raskaampaa, jolloin suola myös vähitellen rikastuu pohjavesimuodostuman pohjalle, kuten järvi- ja merisyvänteissä on todettu tapahtuvan. Toisin sanoen pohjavesivarastoon tuleva suolaliuos poistuu sieltä geohydrologisen kierron seurauksena aina vähemmän suolaisena, jolloin osa suolasta jää pohjavesimuodostumaan.

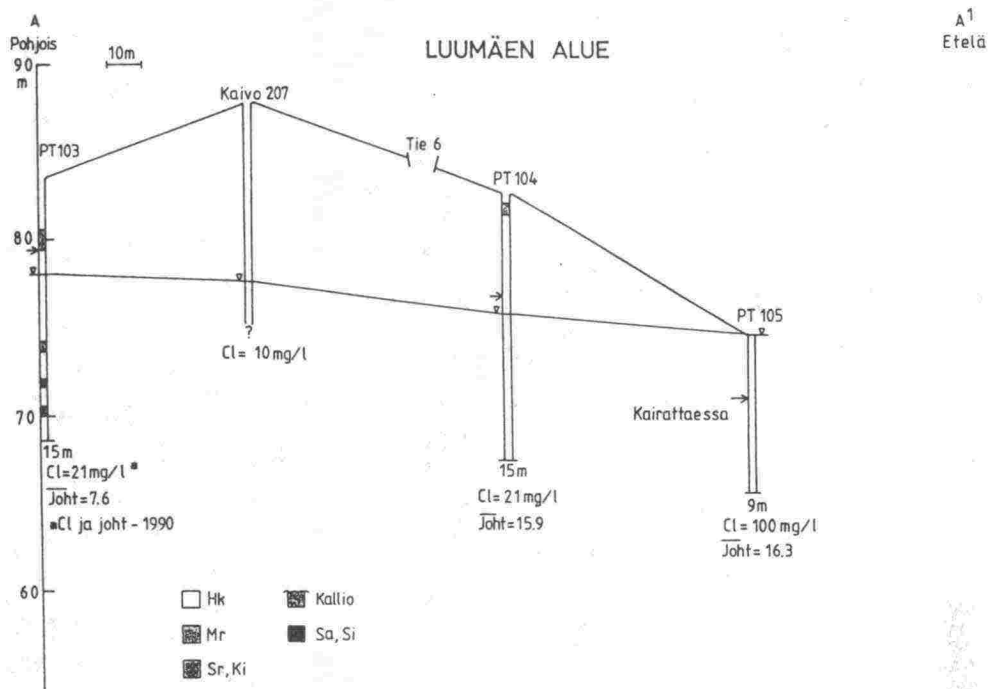
Maa-aineksen oton vaikutus pohjaveteen -projektin yhteydessä (*Sandborg* 1990) tehtiin suolan huuhtoutumiskoe, mikä tukee sitä käsitystä, että suola kulkeutuu suoraan pohjavesimuodostuman pohjalle ja osittain rikastuu sinne.

Suolan kulkeutumista pohjavedessä tarkasteltiin lähemmin Luumäen alueella valtatie 6:n kohdalla. Kuvassa 9 voidaan selvästi nähdä, että kloridipitoisuudet ovat pohjaveden virtaussuunnassa etäisimmässä näytteenottopisteessä (PT 107) $\text{Cl} = 37 \text{ mg l}^{-1}$ selvästi suuremmat kuin lähellä tietä olevassa pisteessä (PT 106) $\text{Cl} = 7,3 \text{ mg l}^{-1}$. Kun taas pisteessä (PT 101) valtatie yläpuolella Cl -pitoisuus $1,6 \text{ mg l}^{-1}$ vastaa luonnon tausta-arvoa. Kuvassa 10 pohjaveden kloridipitoisuus käyttäytyy lähes samoin, etäisimmässä pisteessä (PT 10) $\text{Cl} = 100 \text{ mg l}^{-1}$ ja lähempänä valtatieta (PT 104) $\text{Cl} = 21 \text{ mg l}^{-1}$. Tien yläpuolella olevassa kaivossa (201) Cl -pitoisuus (10 mg l^{-1}) oli myös hieman kohonnut pohjalta päin tapahtuvan sekoittumisen ja diffuusion kautta.

Edellä esitetyt esimerkit kuvaavat hyvin, miten kloridi tiealueen läheisyydessä painuu akviferin pohjaan ja tulee uudelleen esiin reuna- ja purkautumisalueilla. Jos tiealueen läheltä pohjavesinäytteet olisi otettu syvältä eikä pinnasta kuten tässä esimerkkitapauksessa, niin Cl -pitoisuudet olisivat olleet todennäköisesti suurempia. Jos pohjavesimuodostuma suolantuu ensin pohjalta, kuten näiden esimerkkienkin mukaan on hyvin mahdollista, niin tiesuolasta aiheutuvat riskit pohjavedelle ovat selvästi suuremmat kuin on aikaisemmin oletettu.

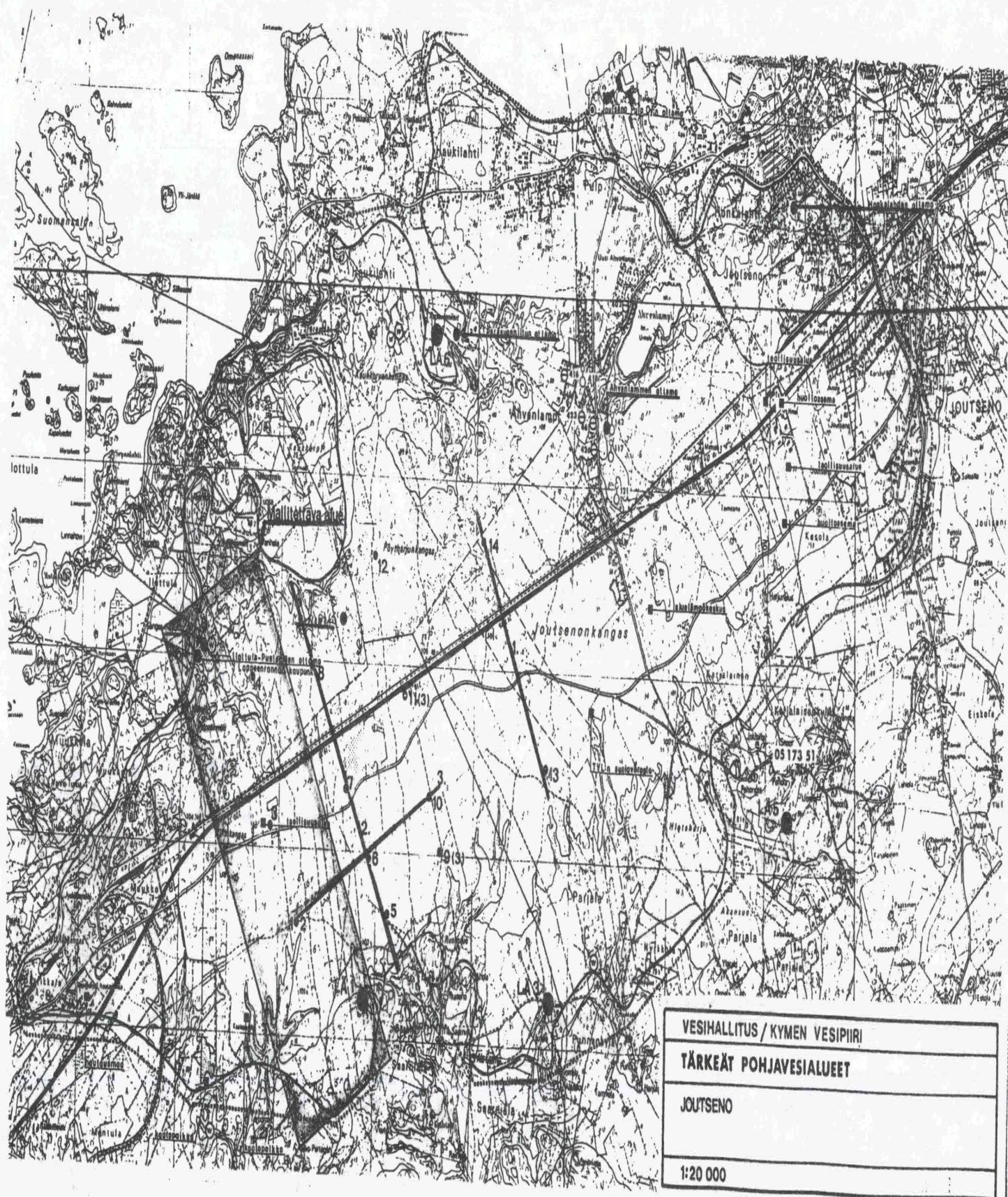


Kuva 9. Pohjaveden kloridipitoisuus eri pohjavesitasoilla Luumäen alueella (leikkaus B).



Kuva 10. Pohjaveden kloridipitoisuus eri pohjavesitasoilla Luumäen alueella (leikkaus A)

Kuva 11. Joutsenonkankaan koalue, tutkimuslinjat ja havaintopisteet.



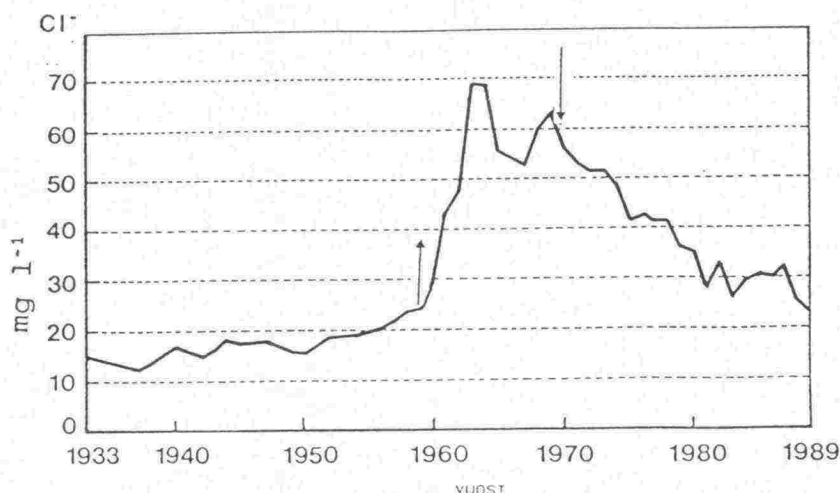
Suolan kulkeutumisen mekanisme on tarkoitus lähemmin selvittää tielaitoksen koealueella Joutsenonkankaalla keväällä 1991 (kuva 11). Joutsenon alueella sovelletaan Konikowin liuenneiden aineiden 2-dimensioista kulkeutumismallia, millä arvioidaan pohjaveden virtausnopeuden ja suolapitoisuuden muutokset niin ajallisesti kuin paikallisestikin. Kun perusmalli on saatu valmiiksi ja kalibroitu, kehitetään lisää malleja, jotta voidaan tarkemmin arvioida tiesuolamäärien lisäämisen tai vähentämisen vaikutusta.

4.4 Suolan viipymän arvioiminen akviferissa

Jotta suolan poistumista akviferista voitaisiin riittävän hyvin arvioida, tulisi ensin paremmin tuntea suolan kulkeutumisen ja sen kerrostumisen mekanismi. Tämä taas edellyttää pitkiä havaintosarjoja.

Turun kaupungin Kaarningon pohjavedenottamolla on tehty pisimmät yhtenäiset kloridianalyysisarjat jo vuodesta 1933 alkaen. Kuvan 12 aikasarjasta nähdään, miten keskimääräinen kloridipitoisuus nousi 1960-luvun alussa nopeasti tasolle 70 mg l^{-1} , kun maantiesuolaa alettiin yleisesti käyttää. 1970-luvun alussa alueen läpi kulkeva tie rakennettiin 4-kaistaiseksi, jolloin samassa yhteydessä rakennettiin pintavesien poisjoh- tamiseksi saviluiskat lähinnä öljyvahinkojen varalta. Samalla tiesuolan pääsy pohjaveteen estyi, vaikka samaan aikaan alueella suolan käyttö- määrä kaksinkertaistui.

Kaarningon tapaus on esimerkki siitä, miten pienessä pohjavesimuodostu- massa kloridi poistuu pohjavedestä geohydrologisen kierron seurauksena, kun suolakuormitus kokonaan lakkaa. Tässä tapauksessa suolapitoisuuden palautuminen entiseen tasoon kestää lähes 30 vuotta. Tämän mukaan arvioiden on hyvin todennäköistä, että vastaavanlaisessa tapauksessa suuressa pohjavesimuodostumassa, kuten esim. Salpausselällä, suolan puhdistuminen pohjavesimuodostumasta kestää hyvin paljon kauemmin. Suola poistuu akviferista tietyllä aikaviiveellä hydrologisen kierron ja diffuusion seurauksena riippuen pohjavesimuodostuman koosta ja sen purkautumissuhteista.



Kuva 12. Pohjaveden kloridipitoisuuden muutos Kaarningon pohjavesi-alueella vuosina 1933-1989.

4.5 Pohjavesialueiden riskiarviointi

Kappaleessa 4.1 tarkasteltujen vedenottamoiden likaantumisriskiä on arvioitu taulukossa 2. Vedenottamoiden ja taulukoiden numerokoodit vastaavat toisiaan. Riskianalyysissä otettiin huomioon pohjaveden keskimääräinen kloridipitoisuus, pohjavesiesiintymän koko, sen yli kulkevan valtatieosuuden pituus, asukasluku sekä pohjavesiesiintymän antoisuus. Seuraavia suhdelukuja käytettiin yhdessä Cl-pitoisuuden keskiarvon ja asukasluvun kanssa riskianalyysissä: vedenkäyttö/antoisuus, valtatieosuus/muodostumisalueen koko. Suhdelukuja: käyttö/antoisuus ja tieosuus/alueen koko pidettiin käyttökelpoisina, koska ne kuvaavat muodostumisalueen kokonaiskäyttöä; käytetäänkö aluetta maksimaalisesti hyödyksi vai onko käyttö vähäisempää.

Yhteenlaskettujen arvostelupisteiden perusteella pohjavesialueet luokiteltiin edelleen kolmeen luokkaan: 1, 2 ja 3. Tämä luokittelu osoittaa suolauksen vaikutuksen pohjavesiesiintymään siten, että luokan 3 esiintymisessä suolan vaikutus on suurin ja vastaavasti luokassa 1 pienin. Tässä yhteydessä kehitetty riskianalyysimenetelmä on tarkoitukseen melko käyttökelpoinen, jos käytettävissä on riittävästi alueellisia Cl-arvoja.

Taulukko 2. Pohjavesialueiden riskianalyysi.

37

LÄÄNI/ POHJAVESI- ALUE	KOODI	VALTA- TIETÄ km	MUODOSTU- MISALUE km ²	KÄYTTÖ v.1980 m ³ /d	KOKONAIS- ANTOISUUS m ³ /d	ci mg l ⁻¹ MAX MIN	ci ka.	ASUKAS- LUKU	TUKSEN SUMMA	LOPPU- LUOKITUS
UUDENMAAN LÄÄNI										
HANKO	01-078	19.0	30.0	3770	16500	275.0 5.0	45.5	2	11	3
TAMMISAARI	01-835	14.6	10.5	3090	6900	573.0 3.0	51.8	2	24	3
KARJAA	01-220	18.0	12.0	2605	6700	28.0 0.0	10.1	2	10	3
LOHJA	01-428	17.0	13.4	3444	11600	76.0 3.0	13.5	2	10	3
VIHTI	01-927	16.0	14.4	2511	10200	84.0 4.0	13.6	2	9	2
NURMIJÄRVI	01-543	12.0	26.7	1123	14000	6.0 1.6	3.4	2	6	1
HYVINKÄÄ	01-106	5.2	20.5	7850	20500	26.0 3.0	12.9	3	8	2
HÄMEEN LÄÄNI										
RIIHIMÄKI	04-694	2.3	2.4	3285	12000	30.0 9.0	17.5	2	9	2
HAUSJÄRVI	04-086	2.4	23.4	3188	19600	110.0 1.0	20.6	2	7	1
KÄRKÖLÄ	04-316	0.8	6.1	959	5500	12.0 5.0	9.7	2	5	2
KOSKI HL	04-283	1.4	4.6	90	7000	13.0 9.0	10.3	1	5	1
HOLLOLA	04-098	12.0	52.4	5854	51500	10.0 0.0	3.0	2	5	1
LAHTI	04-398	11.0	11.1	21931	30000	32.0 5.0	12.5	3	12	3
NASTOLA	04-532	18.0	12.0	3483	8600	13.0 0.0	6.4	2	10	2
KYMEN LÄÄNI										
IITTI	05-142	8.0	3.8	490	3150	145.0 11.0	29.5	1	10	3
ELIMÄKI	05-044	3.0	4.9	400	1000	13.0 3.0	9.0	2	7	2
KOUVOLA	05-286	2.5	2.9	1100	2000	30.0 23.0	26.5	3	12	3
VALKEALA	05-909	12.5	14.8	3840	10000	200.0 1.1	22.4	1	9	2
ANJALANKOSKI	05-754	3.0	3.3	50	2500	45.0 16.0	36.1	1	9	2
LUUMÄKI	05-441	12.0	4.4	505	4000	290.0 1.6	23.1	2	11	3
LAPPEENRANTA	05-405	2.5	8.4	5000	6500	8.0 2.0	4.5	2	8	2
JOUTSENO	05-173	33.0	51.8	2260	28500	17.0 0.6	8.2	2	6	1
IMATRA	05-153	4.5	8.6	150	4800	4.3 4.0	4.2	1	5	2
RUOKOLAHTI	05-700	1.0	0.6	15	350	3.5 3.5	3.5	1	8	2
RAUTJÄRVI	05-689	2.5	6.6	965	5000	13.0 3.0	8.3	1	4	1
PARIKKALA	05-580	3.5	3.4	740	2100	1700.0 3.0	265.3	2	12	3
P.KARJALAN LÄÄNI										
KESÄLAHTI	07-248	2.0	4.7	192	2400	13.0 7.0	9.4	2	6	1

VAIHTELUVÄLI ALALUOKITUS

KÄYTTÖ/ANTOISUUS	0.0-0.2	1
	>0.2-0.4	2
	>0.4-0.6	3
	>0.6-0.8	4
	>0.8-1.0	5
VALTATIE-KM:T/ ALUEEN KOKO	0.0-0.4	1
	>0.4-0.8	2
	>0.8-1.2	3
	>1.2-1.6	4
	>1.6	5
ci ka.	0-10	1
	>10-20	2
	>20-30	3
	>30-40	4
	>40	5
ASUKASLUKU	alhainen	1
	keskiverto	2
	korkea	3
ALALUOKITUKSEN YHTEISSUMMA	= KÄYTTÖ/ANTOISUUS + VALTATIE-KM:T/ALUEEN KOKO + ci ka. + ASUKASLUKU	
ALALUOKITUKSEN SUMMA	LOPPULUOKITUS	
1-3	0 ei tiesuolan vaikutusta	
4-6	1 vähän tiesuolan vaikutuksia	
7-9	2 keskinkertaisesti tiesuolan vaikutuksia	
≥10	3 eniten tiesuolan vaikutuksia	

5 TULOSTEN TARKASTELUA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tielaitos käyttää nykyisin noin 200 000 tn vuodessa tiesuoloja liukkauden torjuntaan ja pölynsidontaan. Tiesuolan käyttömäärät ovat viime vuosina lisääntyneet paljon, samalla myös pohjavesien pilaantumisvaara on lisääntynyt.

Tässä tutkimuksessa selvitettiin ainoastaan Salpausselän alueen suolaantumista, koska alue on vedenhankinnan kannalta ehdottomasti Suomen tärkein pohjavesivarasto. Alueella on noin 80 (yli 200 as.) kunnallista vedenottamo, sekä lukuisa määrä yksittäisiä kaivoja ja pienempiä vedenottoja. Karkeasti arvioiden lähes miljoona suomalaista saa juomaa ja talousveden Salpausselän muodostumasta. Salpausselkä on myös liikenteellisesti tärkeä väylä, missä kulkee keskimäärin 3 000 - 19 000 ajoneuvoa vuorokaudessa.

Tutkimuksessa tarkasteltiin 27 vedenottamoalueen suolapitoisuuden muuttumista. Useimmissa tapauksissa voitiin osoittaa, että pohjaveden kloridipitoisuus oli selvästi noussut maantiesuolan käytön seurauksena. Salpausselän suolaantumista tarkasteltiin lisäksi yksittäisten kaivovesi- sekä lähdevesinäytteiden mukaan. Tulokset on esitetty liitteissä 1 ja 2 sekä kuvassa 13. Kuvan minimiarvot Salpausselän alueella vastaavat kloridipitoisuuden tausta-arvoja, joissa ei ole tiesuolan vaikutusta. Sen sijaan keskiarvoissa ja maksimipitoisuuksissa suolaisuuden lisääntyminen pohjavedessä näkyy selvästi.

Salpausselkä muodostuu useista pienemmistä pohjavesialueista, joissa geohydrologiset olosuhteet poikkeavat toisistaan. Näin myös pohjaveden suolapitoisuus vaihtelee alueellisesti ja myös paikallisesti paljon.

Yhteenvetona voidaan Salpausselän alueelta todeta, että vedenottamoalueilla Cl-pitoisuudet ovat selvästi nousseet ja ovat edelleen nousussa sellaisilla alueilla, missä valtatie ja vedenottamon välillä on selvä hydrologinen yhteys (ks. taulukko 2).

Suolaisuuden lisääntyminen pohjavesimuodostumassa riippuu suolan käytön määrän lisäksi monista tekijöistä, kuten pohjavesimuodostuman koosta, purkautumissuhteista, maalajin rakenteesta ja kerrossuhteista.

Salpausselän kloridipitoisuudet vaihtelevat paljon eri pohjavesialueilla, vaikka tiesuolan kuormitus olisi sama. Suolaantumisen kehittymistä ja pilaantumisen riskiä arvioitaessa tulisivat tarkasteltavat kohteet aina selvittää erikseen tapauskohtaisesti.

Salpausselällä olevat vedenottamot edustavat lähes aina suuria pohjavesialueita, missä maantiesuola laimenee tehokkaasti. Tämän takia myös suolaantumisen muutokset ja vaikutukset pohjavesialueilla ovat hitaasti nähtävissä tai niitä ei voida todeta lainkaan alueilla, missä kloridin seuranta ei ole järjestetty.

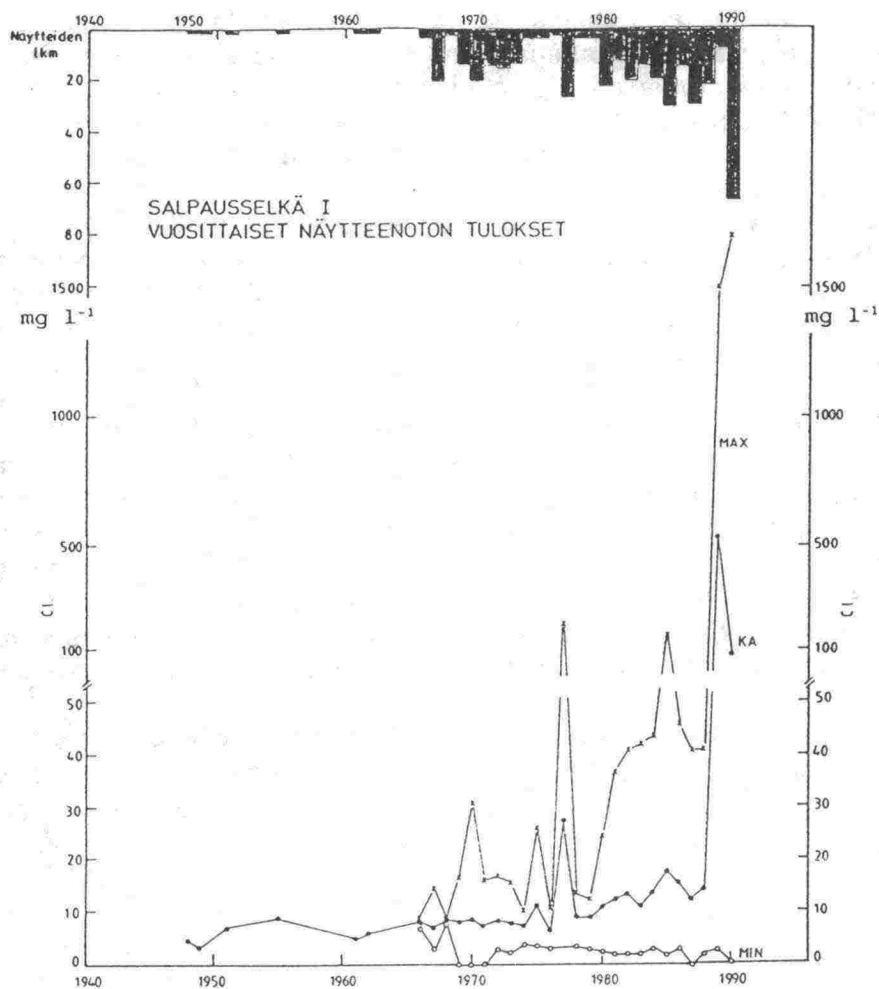
Vaikka Salpausselän pohjaveden eriasteinen suolaantuminen on tapahtunut suhteellisen hitaasti alle 30 vuoden aikana, on se jo aiheuttanut

monin paikoin veden laadun merkittävää huononemista. Alueen kloridipitoisuudet vaihtelivat Salpausselän eri osissa välillä $<1 - 290 \text{ mg l}^{-1}$ riippuen pohjavesimuodostuman koosta ja maaperästä. Mitä pienempi pohjavesimuodostuma on, sitä nopeammin sen suolapitoisuus lisääntyy. Esimerkkinä tästä on Parikkalan alue, missä moreenimaassa todettiin pohjaveden kloridin maksimipitoisuus $1\,700 \text{ mg l}^{-1}$.

Vaikka suurissa pohjavesimuodostumissa suolaantumisen vaikutukset ovat hitaasti todettavissa, myös näillä alueilla on olemassa huolestuttava pohjaveden pilaantumisvaara. Suolainen vesi mitä todennäköisimmin kerrostuu ensin muodostuman pohjalle, josta suola vähitellen leviää muualle muodostumaan.

Liikenneturvallisuuden hoitaminen on tärkeä asia, kuten myös hyvän juomaveden turvaaminen tuleville sukupolville. Liukkauden torjuntaan on olemassa maantiesuolan käytön lisäksi myös muita ympäristöystävällisempiä vaihtoehtoja, mitkä pitkän päälle ovat kuitenkin taloudellisesti helpompia vaihtoehtoja kuin vesihuollon uudelleen järjestelyt tai suolan poisto pohjavedestä. Suolan käyttö tulisi ehdottomasti lopettaa pohjavesialueilla tai alueille tulisi rakentaa riittävän tehokkaat suojaukset, joilla estettäisiin valuntavesien pääsy pohjaveteen.

Vesilain pohjaveden pilaamiskielto ja muuttamiskielto koskevat sekä tien rakentamista että ylläpitoa ja jopa osittain liikennettä. Pohjaveden pilaamiseen ei kukaan voi antaa lupaa, ja pilaaja on aina vastuussa vahingosta.



Kuva 13. Salpausselältä otettujen pohjavesien näytemäärät sekä kloridipitoisuuden minimi-, maksimi- ja keskiarvopitoisuudet vuosilta 1948-1990.

6 SUMMARY

The Finnish National Road Administration presently uses approximately 200 000 tons of road salt yearly for deicing and dust binding. Traffic density is an important factor determining road salt use, for example, between Hanko and Joensuu, an average of 3 000 - 19 000 vehicles drive every day, requiring adequate road safety standards. Thus, road salt use has increased greatly in recent years, due to the increase in traffic density and resulting in a greater risk of ground water contamination.

This study examined road salting only on the Salpausselkä Ridge because it contains Finland's most important ground water storage and supply. There are over 80 municipal waterworks (each waterworks serves over 200 inhabitants) as well as numerous private wells and small waterworks along the Ridge. Roughly estimating, nearly one million Finns receive their drinking and domestic water from the Salpausselkä aquifers.

This study examined the salt concentration variations at 27 waterworks. In most cases it could be shown that salt concentration in ground water had clearly increased due to road salt use. The Salpausselkä is composed of many small aquifers whose geohydrological conditions differ from each other. Thus, also the salt content in ground water can vary regionally as well as locally.

Summarizing, in the Salpausselkä area, chloride concentrations have increased distinctly in the vicinity of the waterworks, and furthermore, they are rising dramatically in areas where there is a direct hydraulic connection between the highway and the waterworks. The salt increase in an aquifer depends on many factors in addition to the tonnage of road salt used, such as aquifer size, recharge-discharge relationships, sediment type and stratification.

Chloride concentrations vary significantly in the aquifers along the Salpausselkä though the road salt loading had been consistent on the highway. While estimating the risk of future ground water contamination caused by road salting the subjects should be examined separately case by case. No consistent recommendations for road salt use can be given on the basis of this report.

The waterworks of the Salpausselkä are for the most part, located in large aquifers where road salt can be effectively diluted. Because of this dilution, the changes in aquifer water quality caused by salting are delayed or they cannot be observed at all in areas where long-term sampling or a sufficient yearly sampling schedule for chloride analysis has not been arranged.

Although the ground water in the Salpausselkä has become salted to various degrees relatively slowly under 30 years, it has already caused remarkable deterioration of water quality in many places. Chloride concentrations in the area of Salpausselkä have varied between less than 1 mg l⁻¹ to 290 mg l⁻¹ depending on the surface soil type and the size of

the aquifer. The smaller the aquifer is, the more rapid is the increase in salt concentration, as exemplified at Parikkala. The maximum concentration of 1700 mg l^{-1} of chloride in groundwater was found at Parikkala in an area covered with till.

Although the effects of salting are slow to be observed in large aquifers, an alarming risk for groundwater contamination still exists. The salted water is most likely to stratify first at the bottom of the saturated zone, where it gradually disperses throughout the formation.

If the aquifer becomes salted slowly, then it becomes pure even much more slowly. In the case of Kaarninko, a small aquifer which had become salted over five years, it will take about 30 years to return back to normal. In the large aquifers of the Salpausselkä, it would take notably longer for salted ground water to become pure again.

Traffic safety is important, as in the ability to secure safe drinking water for future generations. There do exist also other alternatives to salt applications on roads to prevent icing that are more environmentally prudent.

For the long-term, these alternatives are more economically feasible than rearranging water supplies (relocating waterworks) or removing salt from the ground water. The use of salt should be stopped in ground water recharge areas of effective protection of the recharge areas should be constructed.

The prohibitions for ground water deterioration and change as stated in Finnish water law are also valid for road construction and maintenance, and even to a degree, for traffic. Nobody can give permission to contaminate ground water, and the one who caused the contamination is always responsible for the damage.

7 KIRJALLISUUTTA

Bäckman, L., 1980. Vintervägsaltets miljöpåverkan. Statens väg- och trafikinstitut. Rapport Nr 197. Sweden.

Chappelow, C., 1990. Evaluation Procedures for Deicing Chemicals Interim Report. Strategic Highway Research Program. Washington.

Cunha, J.T., 1987. Salt and trace minerals for livestock, poultry and other animals. Salt Institute. Virginia.

Eerola, M., 1971. Maantiesuolauksen vaikutuksesta tien ympäristössä. Vesitalous 1971, s. 28-29.

Forslund, J., 1990. Vejsalt og grundvandsforurening. Notat. Danmark.

Levling, E., 1978. Försurningsbetingade korrosionskador på vattenledningar i hus och mark. En förstudie av kostnadsbilden. SNV Rapport pm 1978, Solna.

Locat, J. & Gélinas, P., 1989. Infiltration of de-icing road salts in aquifers: the Trois-Rivières-Ouest case, Quebec, Canada. Can. J. Earth Sci. 26, p. 2186-2193.

Murtomäki, R., 1968. Analyysitulosten yhteenveto vesilaitosten valvonnassa 1967. Vesiensuojelutoimiston tiedonantoja No 37. Maataloushallitus, Helsinki.

Mäkinen, P., 1989. Happamoituminen ja hapan pohjavesi haja-asutusalueiden vesihuollon ongelmana. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja 38, Helsinki.

Nakari, P., 1988. Vesivahingot Suomessa. Vesi- ja ympäristöhallituksen järjestämä seminaari kaivoveden alkaloinnista ja vesijohtojen korroosiosta haja-asutusalueilla, Helsinki 21.3.1988. Ei julk.

Runge, I., 1989. Nonpoint source pollutant monitoring and modeling in a large reservoir watershed. University of Rhode Island.

Sandborg, M., 1990. Maa-aineksen oton vaikutus pohjaveteen. Geologian tutkimuskeskus. Tutkimusraportti III. Luonnos, Espoo.

Sitra, 1980. Korroosio vesilaitoksilla, vesijohtoverkossa ja kiinteistöjen käyttövesilaitteissa, Helsinki.

Soveri, J., 1985. Influence of meltwater on the amount and composition of ground water in quaternary deposits in Finland. Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 63, Helsinki.

Soveri, J. & Vesterinen, J., 1990. Effects of road salting on ground water quality in Salpausselkä area in southern Finland. Nordisk Hydrologisk Konferens Kalmar, Sverige.

Tielaitos, 1991. Suolauksen vaikutukset tienvarsikasvillisuuteen. Tielaitoksen selvityksiä 4/1991, Kuopio. 68 s.

Tie- ja vesirakennushallitus, 1985. Pohjaveden suojele tien kunnossapitoissa, Helsinki.

TVH, 1989. Muistio TVH/Tk/OKH.

Valtion teknillinen tutkimuskeskus, 1975. Teiden suolauksen vaikutus pohjaveteen, Espoo.

Vesihallitus, 1970. Vesilaitosten vuositarkastus 1969. Analyysitulokset, Helsinki.

Vesihallitus, 1972. Vesilaitostarkkailu vuonna 1970. Tiedotus nro 30, Helsinki.

Vesihallitus, 1973. Vesilaitosten veden laatu vuonna 1971. Tiedotus nro 44, Helsinki.

Vesihallitus, 1974. Vesilaitosten veden laatu vuonna 1972. Tiedotus nro 75, Helsinki.

Vesihallitus, 1975. Vesilaitosten veden laatu vuonna 1973. Tiedotus nro 99, Helsinki.

Vesihallitus, 1979. Vesilaitosten veden laatu vuonna 1977. Tiedotus nro 167, Helsinki.

Vesihallitus, 1983. Yhdyskuntien vedenhankinnalle tärkeät pohjavesialueet. Tiedotus nro 225, Helsinki.

Vesihallitus, 1986. Vesilaitosten veden laatu vuonna 1984. Tiedotus nro 277, Helsinki.

Vesi- ja ympäristöhallitus, 1989. Vesilaitosten veden laatu vuonna 1987. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja 39, Helsinki.

Vesi- ja ympäristöhallituksen arkisto. Vesilaitosten analyysituloksia eri vuosilta. Ei julk.

Vedenlaatutulokset

Näytteenoton tulokset vedenottamoilta, lähteistä ja kaivoista.
Taulukon merkintöjen selitykset.

KOODI = Pohjavesialueen numero (Huom! Koodissa ensimmäisenä oleva nolla on jätetty merkitsemättä.) Numerointi on sama kuin Vesihallituksen Tiedotuksessa n:o 225: Yhdyskuntien vedenhankinnalle tärkeät pohjavesialueet (1983).

V = Näytteenottovuosi

Q = Keskimääräinen vedenottamon pumppaama vesimäärä vuorokaudessa ($\text{m}^3 \text{d}^{-1}$)

K = Käsittelymenetelmä

- 0 ilmastus
- 1 ei käsittelyä
- 2 suodatus
- 3 Cl-desinfiointi
- 4 alkalointi
- 5 raudanpoisto
- 6 tuntematon
- 7 hypokloriittidesinfiointi
- 8 desinfiointi
- 9 glaukoniittisuodatus

N = Vesinäyte

- 1 raakavesi
- 2 käsitelty vesi
- 3 verkostovesi
- 4 tuntematon

pH = pH-arvo

JOHT. = Sähkönjohtavuus $\chi_{25} \text{ mSm}^{-1}$

Cl = Kloridi mg l^{-1}

Na = Natrium mg l^{-1}

HAV.	NIMI	KOODI	V	Q	K	N	pH	JOHT.	Cl	Na
1	ANJALANKOSKI Kaipiaisen	575401	81	68	6	4	7.2	20.0	37	.
2	ANJALANKOSKI Kaipiaisen	575401	82	102	.	.	7.2	20.5	41	.
3	ANJALANKOSKI Kaipiaisen	575401	83	121	.	.	7.3	21.0	42	.
4	ANJALANKOSKI Kaipiaisen	575401	84	135	1	1	7.1	21.0	44	.
5	ANJALANKOSKI Kaipiaisen	575401	85	152	.	.	6.9	19.0	45	.
6	ANJALANKOSKI Kaipiaisen	575401	87	160	4	2	7.8	22.0	41	.
7	ANJALANKOSKI Kaipiaisen	575401	88	230	.	.	7.7	18.0	41	.
8	ANJALANKOSKI lähde 13	575401	90	.	.	.	7.1	10.9	16	4.9
9	ANJALANKOSKI lähde 13	575401	90	.	.	.	6.5	10.5	18	7.6
10	ELIMÄKI Napanoja	504405	77	282	1	4	.	.	.	.
11	ELIMÄKI Napanoja	504405	80	400	4	1	7.3	23.7	11	.
12	ELIMÄKI Napanoja	504405	81	243	.	.	7.2	13.2	11	.
13	ELIMÄKI Napanoja	504405	82	243	.	.	7.8	18.6	8	.
14	ELIMÄKI Napanoja	504405	83	304	.	.	7.4	16.0	3	.
15	ELIMÄKI Napanoja	504405	84	295	1	1	7.6	11.0	3	.
16	ELIMÄKI Napanoja	504405	85	235	.	.	7.3	21.0	10	.
17	ELIMÄKI Napanoja	504405	85	236	1	1	7.3	21.0	10	.
18	ELIMÄKI Napanoja	504405	86	15	.	.	7.1	22.5	13	.
19	ELIMÄKI Napanoja	504405	87	268	48	1	6.9	28.0	12	.
20	ELIMÄKI Napanoja	504405	88	255	.	.	6.8	24.4	.	.
21	HANKO ampumarata	107801	84	.	.	.	6.7	29.0	32	.
22	HANKO ampumarata	107801	86	854	.	.	6.7	30.0	36	.
23	HANKO ampumarata	107801	87	732	.	.	6.6	26.0	32	.
24	HANKO ampumarata	107801	88	114	.	.	7.0	26.4	27	.
25	HANKO Furunäs	107801	73	530	.	.	7.5	16.7	15	.
26	HANKO Furunäs	107801	77	194	.	.	7.1	10.0	8	.
27	HANKO Furunäs	107801	80	1693	.	.	6.8	16.0	15	.
28	HANKO Furunäs	107801	88	1310	.	.	7.1	10.2	9	.
29	HANKO Hopearanta	107801	67	2130	.	.	7.8	78.8	202	.
30	HANKO Hopearanta	107801	70	.	.	.	7.3	16.1	10	.
31	HANKO Hopearanta	107801	71	510	.	.	7.3	16.0	.	.
32	HANKO Hopearanta	107801	72	400	.	.	7.0	24.0	20	.
33	HANKO Hopearanta	107801	73	800	.	.	7.0	22.9	100	.
34	HANKO Hopearanta	107801	77	490	.	.	7.3	192.0	16	.
35	HANKO Hopearanta	107801	80	1693	.	.	7.1	34.0	.	.
36	HANKO Hopearanta	107801	84	671	.	.	7.0	23.0	25	.
37	HANKO Hopearanta	107801	86	1331	.	.	7.2	41.0	140	.
38	HANKO Hopearanta	107801	87	1614	.	.	7.2	24.0	25	.
39	HANKO Hopearanta	107801	88	547	.	.	7.2	20.0	23	.
40	HANKO Koverhar	107803	72	38	.	.	7.9	.	25	.
41	HANKO Koverhar	107803	77	26	.	.	8.4	23.0	30	.
42	HANKO Koverhar	107803	80	23	.	.	8.8	18.0	29	.
43	HANKO Koverhar	107803	82	22	.	.	8.8	25.5	70	.
44	HANKO Lappohja	107803	73	306	.	.	7.0	54.2	104	.
45	HANKO Lappohja	107803	80	255	.	.	6.8	21.0	9	.
46	HANKO Lappohja	107803	84	326	.	.	7.1	7.0	5	.
47	HANKO Lappohja	107803	86	368	.	.	6.7	7.4	11	.
48	HANKO Lappohja	107803	87	390	.	.	7.3	14.0	5	.
49	HANKO Lappohja	107803	88	304	.	.	7.1	7.8	7	.
50	HANKO Mannerheimintie	107801	67	2130	.	.	6.5	20.2	30	.
51	HANKO Mannerheimintie	107801	70	1700	.	.	7.2	.	46	.
52	HANKO Mannerheimintie	107801	71	1150	.	.	7.3	58.2	150	.
53	HANKO Mannerheimintie	107801	72	1500	.	.	7.0	18.5	20	.
54	HANKO Mannerheimintie	107801	73	790	.	.	7.2	10.0	9	.
55	HANKO Mannerheimintie	107801	77	572	.	.	7.2	31.0	53	.
56	HANKO Mannerheimintie	107801	80	1693	.	.	7.3	25.0	18	.
57	HANKO Mannerheimintie	107801	84	413	.	.	7.2	23.0	19	.
58	HANKO Mannerheimintie	107801	86	464	.	.	7.4	22.0	23	.
59	HANKO Mannerheimintie	107801	87	505	.	.	7.2	37.0	15	.
60	HANKO Mannerheimintie	107801	88	511	.	.	7.4	23.0	16	.

HAV.	NIMI	KOODI	V	Q	K	N	pH	JOHT.	Cl	Na
61	HANKO Santalanranta	107802	70	.	.	.	6.7	21.8	25	.
62	HANKO Santalanranta	107802	71	940	.	.	6.8	20.6	.	.
63	HANKO Santalanranta	107802	72	1200	.	.	7.2	61.0	149	.
64	HANKO Santalanranta	107802	73	1170	.	.	7.2	97.5	275	.
65	HANKO Santalanranta	107802	77	1596	.	.	7.1	13.0	9	.
66	HANKO Santalanranta	107802	80	1806	.	.	7.0	16.0	14	.
67	HANKO Santalanranta	107802	84	2020	.	.	7.1	16.0	11	.
68	HANKO Santalanranta	107802	86	2275	.	.	7.0	46.0	130	.
69	HANKO Santalanranta	107802	87	2413	.	.	7.3	48.0	80	.
70	HANKO Santalanranta	107802	88	1714	.	.	7.1	17.0	16	.
71	HAUSJÄRVI Hikiä	408602	77	48	1.0	3	6.4	17.0	15	.
72	HAUSJÄRVI Hikiä	408602	84	129	4.0	4	.	.	.	.
73	HAUSJÄRVI Hikiä	408602	85	136	4.0	4	.	.	.	.
74	HAUSJÄRVI Hikiä	408602	87	152	4.0	4	.	.	.	.
75	HAUSJÄRVI Oitti	408601	70	150	4.0	1	6.9	21.1	20	.
76	HAUSJÄRVI Oitti	408601	77	150	4.0	1	8.2	26.0	17	.
77	HAUSJÄRVI Oitti	408601	82	425	6.0	4	.	20.0	18	.
78	HAUSJÄRVI Oitti	408601	84	458	6.0	4	.	.	.	.
79	HAUSJÄRVI Oitti	408601	85	524	4.0	4	.	.	.	.
80	HAUSJÄRVI Ryttylä	408602	77	409	4.0	3	6.8	12.0	1	.
81	HAUSJÄRVI Ryttylä	408602	80	450	4.0	3	7.0	.	5	.
82	HAUSJÄRVI Ryttylä	408602	84	215	4.0	4	.	.	.	.
83	HAUSJÄRVI Ryttylä	408602	86	.	6.0	4	7.1	35.0	46	.
84	HAUSJÄRVI Ryttylä	408602	87	180	4.0	4	.	.	.	.
85	HAUSJÄRVI-KURU Karusta	408603	71	130	1.0	1	6.2	52.5	5.0	.
86	HAUSJÄRVI-KURU Karusta	408603	72	121	1.0	3	6.4	.	3.0	.
87	HAUSJÄRVI-KURU Karusta	408603	73	160	1.0	3	6.6	6.7	3.0	.
88	HAUSJÄRVI-KURU Karusta	408603	77	222	1.0	3	6.4	43.0	110.0	.
89	HAUSJÄRVI-KURU Karusta	408603	84	225	4.0	1	7.0	18.0	14.0	.
90	HAUSJÄRVI-KURU Karusta	408603	87	242	4.0	1	7.1	17.0	11.0	.
91	HOLLOLA Kukkila-Kalliola	409851	87	97	6.0	4	.	.	.	.
92	HOLLOLA Ruoppa	409851	71	2200	4.0	2	7.0	6.9	0.0	.
93	HOLLOLA Ruoppa	409851	77	2800	8.0	1	7.0	.	0.0	.
94	HOLLOLA Ruoppa	409851	80	3589	48.0	1	7.0	1.0	.	.
95	HOLLOLA Ruoppa	409851	84	3845	43.0	1	7.1	6.0	.	.
96	HOLLOLA Ruoppa	409851	85	3317	43.0	1	7.3	6.0	3.0	.
97	HOLLOLA Ruoppa	409851	87	2924	43.0	4	.	.	.	.
98	HOLLOLA Salpa-Mattila	409852	77	1070	48.0	4	6.5	.	.	.
99	HOLLOLA Salpa-Mattila	409852	80	2265	48.0	1	6.4	12.0	.	.
100	HOLLOLA Salpa-Mattila	409852	82	472	.	.	6.0	.	7.0	.
101	HOLLOLA Salpa-Mattila	409852	83	576	.	.	6.5	172.0	10.0	.
102	HOLLOLA Salpa-Mattila	409852	84	609	34.0	4	.	.	.	.
103	HOLLOLA Salpa-Mattila	409852	85	625	34.0	2	7.1	18.0	.	.
104	HOLLOLA Salpa-Mattila	409852	85	609	34.0	3	7.3	14.0	.	.
105	HOLLOLA Salpa-Mattila	409852	87	925	47.0	4	.	.	.	.
106	HOLLOLA Tiilijärvi	409852	67	2200	.	.	6.3	4.4	3.0	.
107	HOLLOLA Tiilijärvi	409852	69	.	.	.	6.7	4.5	0.0	.
108	HOLLOLA Tiilijärvi	409852	70	1750	0.7	1	6.3	4.5	.	.
109	HOLLOLA Tiilijärvi	409852	77	1530	4.0	1	7.2	.	.	.
110	HOLLOLA Tiilijärvi	409852	80	2265	48.0	.	6.7	6.0	.	.
111	HOLLOLA Tiilijärvi	409852	82	1519	.	.	5.9	.	2.0	.
112	HOLLOLA Tiilijärvi	409852	83	1380	.	.	7.0	88.0	2.0	.
113	HOLLOLA Tiilijärvi	409852	84	1267	345	1	7.2	17.0	.	.
114	HOLLOLA Tiilijärvi	409852	85	1047	34	3	7.4	7.0	.	.
115	HOLLOLA Tiilijärvi	409852	87	1125	57	4	.	.	.	.
116	HYVINKÄÄ ALKO Noppo	110601	66	.	6	4	7.1	103.0	9.0	.
117	HYVINKÄÄ ALKO Noppo	110601	67	.	6	4	6.9	93.5	9.0	.
118	HYVINKÄÄ ALKO Noppo	110601	68	.	6	4	7.0	90.0	8.0	.
119	HYVINKÄÄ ALKO Noppo	110601	72	.	6	4	6.2	100.0	10.0	.
120	HYVINKÄÄ ALKO Noppo	110601	73	.	6	4	6.3	99.0	9.4	.

HAV.	NIMI	KOODI	V	Q	K	N	pH	JOHT.	Cl	Na
121	HYVINKÄÄ ALKO Noppo	110601	74	.	6	4	6.8	92.0	8.6	.
122	HYVINKÄÄ ALKO Noppo	110601	75	.	6	4	6.7	123.0	26.0	.
123	HYVINKÄÄ ALKO Noppo	110601	76	.	6	4	6.8	95.0	10.4	.
124	HYVINKÄÄ ALKO Noppo	110601	77	.	6	4	6.7	103.0	10.0	.
125	HYVINKÄÄ ALKO Noppo	110601	78	.	6	4	6.8	138.0	13.4	.
126	HYVINKÄÄ ALKO Noppo	110601	79	.	6	4	6.6	11.1	12.6	.
127	HYVINKÄÄ ALKO Noppo	110601	80	.	6	4	6.6	14.1	13.0	.
128	HYVINKÄÄ ALKO Noppo	110601	81	.	6	4	6.6	14.5	15.0	.
129	HYVINKÄÄ ALKO Noppo	110601	82	.	6	4	7.1	9.3	3.0	.
130	HYVINKÄÄ ALKO Noppo	110601	83	.	6	4	6.7	16.3	16.0	.
131	HYVINKÄÄ ALKO Noppo	110601	84	.	6	4	6.8	12.6	14.5	.
132	HYVINKÄÄ ALKO Noppo	110601	85	.	6	4	6.7	13.0	15.0	.
133	HYVINKÄÄ ALKO Noppo	110601	86	.	6	4	6.8	15.1	14.0	.
134	HYVINKÄÄ ALKO Noppo	110601	87	.	6	4	6.6	12.0	13.0	.
135	HYVINKÄÄ ALKO Noppo	110601	88	.	6	4	6.9	14.2	17.0	.
136	HYVINKÄÄ ALKO Noppo	110601	89	.	6	4	7.4	17.7	21.0	.
137	HYVINKÄÄ Erkylä	110651	77	1185	48	1	6.9	.	.	.
138	HYVINKÄÄ Erkylä	110651	84	831	4	1	6.8	.	3.0	.
139	HYVINKÄÄ Erkylä	110651	85	1500	.	.	6.7	7.3	3.0	.
140	HYVINKÄÄ Erkylä	110651	86	867	.	.	6.5	.	3.0	.
141	HYVINKÄÄ Erkylä	110651	87	1164	48	1	6.7	11.0	3.0	.
142	HYVINKÄÄ Erkylä	110651	88	915	.	.	6.7	.	4.0	.
143	HYVINKÄÄ Hyvinkäänkylä	110602	72	5090	4	1	6.8	.	.	.
144	HYVINKÄÄ Hyvinkäänkylä	110602	77	5763	48	1	7.0	.	.	.
145	HYVINKÄÄ Hyvinkäänkylä	110602	84	3393	43	1	7.0	.	13.0	.
146	HYVINKÄÄ Hyvinkäänkylä	110602	85	3517	.	.	6.8	18.0	13.0	.
147	HYVINKÄÄ Hyvinkäänkylä	110602	86	3640	.	.	6.9	.	16.0	.
148	HYVINKÄÄ Hyvinkäänkylä	110602	87	3958	48	1	7.0	19.0	12.0	.
149	HYVINKÄÄ Hyvinkäänkylä	110602	88	4540	.	.	7.0	.	12.0	.
150	HYVINKÄÄ Sveitsi	110651	72	1504	4	1	6.9	.	.	.
151	HYVINKÄÄ Sveitsi	110651	77	4344	48	1	6.7	.	.	.
152	HYVINKÄÄ Sveitsi	110651	84	2672	43	1	6.6	.	22.0	.
153	HYVINKÄÄ Sveitsi	110651	85	2842	.	.	6.5	26.0	22.0	.
154	HYVINKÄÄ Sveitsi	110651	86	2775	.	.	6.3	.	23.0	.
155	HYVINKÄÄ Sveitsi	110651	87	2859	48	1	6.4	26.0	22.0	.
156	HYVINKÄÄ Sveitsi	110651	88	2653	6	1	6.5	.	21.0	.
157	IITTI Kausala	514201	70	309	4	1	6.3	12.7	11.0	.
158	IITTI Kausala	514201	77	420	4	4	.	.	.	.
159	IITTI Kausala	514201	84	536	4	3	6.9	29.0	35.0	.
160	IITTI Kausala	514201	85	581	4	3	6.7	27.0	37.0	.
161	IITTI Kausala	514201	87	618	4	3	7.1	31.0	37.0	.
162	IITTI Myllytöyry	514202	77	36	1	1	7.1	.	145.0	.
163	IITTI Myllytöyry	514202	80	40	1	3	7.1	9.0	16.0	.
164	IITTI Myllytöyry	514202	81	40	.	.	7.0	12.7	16.0	.
165	IITTI Myllytöyry	514202	82	48	.	.	7.2	.	16.0	.
166	IITTI Myllytöyry	514202	83	55	.	.	7.0	.	14.0	.
167	IITTI Myllytöyry	514202	84	56	1	3	7.0	.	14.0	.
168	IITTI Myllytöyry	514202	85	60	.	.	6.9	12.0	18.0	.
169	IITTI Myllytöyry	514202	86	61	.	.	.	12.0	16.0	.
170	IITTI Myllytöyry	514202	87	140	4	3	6.8	13.0	18.0	.
171	IITTI Myllytöyry	514202	88	73	.	.	7.0	12.5	20.0	.
172	IMATRA rajavartiosto	515351	70	250	1	1	6.5	10.3	4.3	.
173	IMATRA rajavartiosto	515351	84	125	4	1	6.5	9.0	4.0	.
174	IMATRA rajavartiosto	515351	87	133	4	1	6.6	.	.	.
175	JOUTSENO Ahvenlampi	517351	71	214	1	1	6.8	6.4	9.0	.
176	JOUTSENO Ahvenlampi	517351	72	537	1	1	6.9	7.0	5.0	.
177	JOUTSENO Ahvenlampi	517351	77	376	1	4	.	.	.	.
178	JOUTSENO Ahvenlampi	517351	80	652	1	1	6.0	7.0	8.0	.
179	JOUTSENO Ahvenlampi	517351	81	232	.	.	6.9	12.5	11.0	.
180	JOUTSENO Ahvenlampi	517351	83	240	.	.	6.9	.	16.0	.

HAV.	NIMI	KOODI	V	Q	K	N	pH	JOHT.	Cl	Na
181	JOUTSENO Ahvenlampi	517351	84	260	1	3	6.6	9.0	.	.
182	JOUTSENO Ahvenlampi	517351	85	779	.	.	6.7	8.2	10.0	.
183	JOUTSENO Ahvenlampi	517351	87	979	1	1	6.8	9.0	12.0	.
184	JOUTSENO Ahvenlampi	517351	88	464	.	.	6.6	10.9	.	.
185	JOUTSENO Honkalahti	517351	67	712	1	.	6.3	16.2	15.0	.
186	JOUTSENO Honkalahti	517351	69	1000	1	.	6.4	18.0	17.0	.
187	JOUTSENO Honkalahti	517351	70	1050	4	1	6.4	7.9	9.0	.
188	JOUTSENO Honkalahti	517351	71	727	1	1	6.2	17.0	16.0	.
189	JOUTSENO Honkalahti	517351	72	682	1	1	.	17.4	16.0	.
190	JOUTSENO Honkalahti	517351	77	970	1	4	.	.	.	.
191	JOUTSENO Honkalahti	517351	80	921	4	1	6.1	19.0	16.0	.
192	JOUTSENO Honkalahti	517351	84	828	4	3	7.3	20.0	16.0	.
193	JOUTSENO Honkalahti	517351	85	575	4	3	7.0	20.3	16.0	.
194	JOUTSENO Honkalahti	517351	87	688	4	1	6.5	.	16.0	.
195	JOUTSENO Honkalahti	517351	88	979	.	.	6.6	.	16.0	.
196	JOUTSENO Korvenkylä	517301	67	38	.	.	7.1	6.7	3.0	.
197	JOUTSENO Korvenkylä	517301	69	90	.	.	6.8	7.2	3.0	.
198	JOUTSENO Korvenkylä	517301	70	100	1	1	7.1	7.9	4.0	.
199	JOUTSENO Korvenkylä	517301	71	102	1	1	6.7	6.7	4.0	.
200	JOUTSENO Korvenkylä	517301	73	650	1	1	6.7	6.7	3.0	.
201	JOUTSENO Korvenkylä	517301	77	150	1	4	.	.	.	.
202	JOUTSENO Korvenkylä	517301	80	166	1	1	6.8	7.0	5.0	.
203	JOUTSENO Korvenkylä	517301	81	172	.	.	7.1	7.9	6.0	.
204	JOUTSENO Korvenkylä	517301	82	200	.	.	6.7	8.5	7.0	.
205	JOUTSENO Korvenkylä	517301	83	200	.	.	7.2	8.9	6.0	.
206	JOUTSENO Korvenkylä	517301	84	293	1	3	7.2	9.0	.	.
207	JOUTSENO Korvenkylä	517301	85	284	.	.	6.9	8.9	8.0	.
208	JOUTSENO Korvenkylä	517301	87	227	1	2	.	8.0	7.0	.
209	JOUTSENO Korvenkylä	517301	88	240	.	.	7.1	9.5	.	.
210	JOUTSENO lähde 1	517351	90	.	.	.	6.3	3.1	1.5	2.2
211	JOUTSENO lähde 3	517351	90	.	.	.	7.6	7.2	0.6	3.0
212	JOUTSENO lähde 5	517351	90	.	.	.	6.5	8.0	2.8	2.6
213	JOUTSENO lähde 6	517351	90	.	.	.	6.4	4.3	2.0	2.0
214	JOUTSENO Peräsuonniitty	517351	87	324	4	3	8.5	11.0	2.0	.
215	JOUTSENO Peräsuonniitty	517351	88	134	6	2	6.6	5.3	.	.
216	JOUTSENO Rauhan s:la	517301	67	650	.	.	7.0	9.9	7.0	.
217	JOUTSENO Rauhan s:la	517301	69	670	.	.	6.6	14.7	10.0	.
218	JOUTSENO Rauhan s:la	517301	70	800	.	.	6.8	10.7	6.0	.
219	JOUTSENO Rauhan s:la	517301	80	339	1	3	7.9	.	.	.
220	JOUTSENO Rauhan s:la	517301	81	330	.	.	7.3	12.7	8.0	.
221	JOUTSENO Rauhan s:la	517301	84	328	1	4	.	.	.	.
222	JOUTSENO Rauhan s:la	517301	87	301	1	3	7.0	.	.	.
223	JOUTSENO Rauhan s:la	517301	88	250	.	.	7.5	10.0	6.0	.
224	JOUTSENO Tiurun s:la	517301	67	200	.	.	7.0	8.1	3.0	.
225	JOUTSENO Tiurun s:la	517301	69	200	.	.	6.8	8.5	3.0	.
226	JOUTSENO Tiurun s:la	517301	70	200	.	.	7.2	9.5	3.0	.
227	JOUTSENO Tiurun s:la	517301	71	180	1	4	.	.	.	.
228	JOUTSENO Tiurun s:la	517301	72	200	1	1	6.2	12.2	17.0	.
229	JOUTSENO Tiurun s:la	517301	73	220	1	1	6.2	10.8	16.0	.
230	JOUTSENO Tiurun s:la	517301	77	140	1	4	.	.	.	.
231	JOUTSENO Tiurun s:la	517301	83	156	.	.	7.3	10.8	3.0	.
232	JOUTSENO Tiurun s:la	517301	84	156	1	3	7.3	10.0	4.0	.
233	JOUTSENO Tiurun s:la	517301	85	170	.	.	7.0	9.7	4.0	.
234	JOUTSENO Tiurun s:la	517301	87	132	1	3	7.0	10.0	4.0	.
235	JOUTSENO Tiurun s:la	517301	88	130	.	.	7.2	10.3	9.0	.
236	KARJAA lähde 1	122051	90	.	.	.	5.4	5.3	2.0	.
237	KARJAA lähde 2	122051	90	.	.	.	6.9	23.0	28.0	.
238	KARJAA lähde 3	122051	90	.	.	.	5.4	7.2	5.0	.
239	KARJAA Landsbro	122001	67	1141	.	.	6.4	19.1	14.0	.
240	KARJAA Landsbro	122001	69	1135	.	.	6.3	17.3	12.0	.

HAV.	NIMI	KOODI	V	Q	K	N	pH	JOHT.	Cl	Na
241	KARJAA Landsbro	122001	70	1370	4	6	6.5	19.5	0.0	.
242	KARJAA Landsbro	122001	71	1480	4	1	6.6	.	.	.
243	KARJAA Landsbro	122001	73	1440	4	1	6.6	.	.	.
244	KARJAA Landsbro	122001	77	1530	6	1	6.8	.	.	.
245	KARJAA Landsbro	122001	80	1762	6	1	6.6	28.0	.	.
246	KARJAA Landsbro	122001	84	1458	5	1	6.9	31.0	.	.
247	KARJAA Landsbro	122001	87	1180	.	1	6.7	31.0	.	.
248	KARJAA Landsbro	122001	88	1120	.	.	6.8	32.0	.	.
249	KARJAA Lindnäs	122051	77	33	1	.	.	.	.	.
250	KARJAA Lindnäs	122051	84	52	1	1	6.7	38.0	.	.
251	KARJAA Lindnäs	122051	87	39	1	1	6.3	.	.	.
252	KARJAA Meltolan s:la	122051	70	170	4	1	7.1	10.5	7.3	.
253	KARJAA Meltolan s:la	122051	71	170	24	.	.	.	.	.
254	KARJAA Meltolan s:la	122051	73	157	4	1	7.2	.	.	.
255	KARJAA Meltolan s:la	122051	77	150	4	3	.	13.0	13.0	.
256	KARJAA Meltolan s:la	122051	80	134	4	3	7.5	16.0	.	.
257	KARJAA Meltolan s:la	122051	84	136	4	3	7.1	14.0	.	.
258	KARJAA Meltolan s:la	122051	85	137	24	1	7.8	17.0	.	.
259	KARJAA Meltolan s:la	122051	87	141	4	3	7.4	18.0	.	.
260	KARJAA Meltola	122051	69	1135	.	.	6.5	21.9	14.0	.
261	KARJAA Meltola	122051	71	.	.	.	.	.	.	.
262	KARJAA Meltola	122051	77	210	4	1	6.8	.	.	.
263	KARJAA Meltola	122051	80	843	4	1	7.0	11.0	.	.
264	KARJAA Meltola	122051	84	696	4	1	7.0	14.0	.	.
265	KARJAA Meltola	122051	85	690	4	1	6.9	.	.	.
266	KARJAA Meltola	122051	87	780	4	1	6.9	15.0	.	.
267	KARJAA Meltola	122051	88	720	.	.	6.7	16.0	.	.
268	KARJAA Meltola	122051	88	60	1	4	7.0	23.0	.	.
269	KARJAA Mjölmarby	122051	77	16	.	.	.	.	.	.
270	KARJAA Mjölmarby	122051	88	60	1	.	7.0	23.0	.	.
271	KARJAA Nyby	122001	77	480	.	.	7.0	.	.	.
272	KARJAA Nyby	122001	80	1762	4	1	6.9	18.0	.	.
273	KARJAA Nyby	122001	84	346	4	1	8.1	21.0	.	.
274	KARJAA Nyby	122001	85	328	4	1	7.0	.	.	.
275	KARJAA Nyby	122001	87	410	4	1	6.7	17.0	.	.
276	KARJAA Nyby	122001	88	390	.	.	6.8	17.0	.	.
277	KÄRKÖLÄ kk	431603	77	54	1	1	6.8	14.0	10.0	.
278	KÄRKÖLÄ kk	431603	77	54	1	3	6.9	15.0	11.0	.
279	KÄRKÖLÄ kk	431603	80	165	1	1	6.6	16.0	.	.
280	KÄRKÖLÄ kk	431603	84	104	4	3	7.2	19.0	.	.
281	KÄRKÖLÄ kk	431603	85	140	4	1	7.5	20.2	.	.
282	KÄRKÖLÄ kk	431603	87	155	4	3	7.6	22.0	.	.
283	KÄRKÖLÄ kk	431603	88	143	4	1	7.2	20.0	.	.
284	KÄRKÖLÄ Kukonmäki	431601	70	550	4	1	7.0	10.7	5.0	.
285	KÄRKÖLÄ Kukonmäki	431601	71	560	4	1	6.7	10.4	8.5	.
286	KÄRKÖLÄ Kukonmäki	431601	72	657	4	1	6.7	11.6	10.0	.
287	KÄRKÖLÄ Kukonmäki	431601	73	817	4	1	6.9	13.1	10.0	.
288	KÄRKÖLÄ Kukonmäki	431601	77	936	4	1	7.2	12.0	10.0	.
289	KÄRKÖLÄ Kukonmäki	431601	77	936	4	3	7.6	6.0	12.0	.
290	KÄRKÖLÄ Kukonmäki	431601	80	794	4	1	7.0	19.0	.	.
291	KÄRKÖLÄ Kukonmäki	431601	84	484	1	3	6.8	17.0	.	.
292	KÄRKÖLÄ Kukonmäki	431601	85	566	6	1	6.6	15.9	11.0	.
293	KÄRKÖLÄ Kukonmäki	431601	87	505	1	3	7.2	20.0	.	.
294	KESÄLAHTI kk	724801	67	55	.	.	6.5	8.9	7.0	.
295	KESÄLAHTI kk	724801	69	74	.	.	6.6	9.1	7.0	.
296	KESÄLAHTI kk	724801	70	73	4	2	6.5	9.4	8.4	.
297	KESÄLAHTI kk	724801	71	65	6	1	6.4	9.9	9.0	.
298	KESÄLAHTI kk	724801	72	70	.	.	6.1	7.8	9.0	.
299	KESÄLAHTI kk	724801	77	177	4	1	6.3	13.0	11.0	.
300	KESÄLAHTI kk	724801	80	192	4	1	6.3	12.0	11.0	.

HAV.	NIMI	KOODI	V	Q	K	N	pH	JOHT.	Cl	Na
301	KESÄLAHTI kk	724801	84	198	4	3	7.6	.	.	.
302	KESÄLAHTI kk	724801	85	213	4	3	8.0	.	.	.
303	KESÄLAHTI kk	724801	87	251	4	1	6.4	13.0	13.0	.
304	KESÄLAHTI kk	724801	88	268	6	1	6.3	.	.	.
305	KOSKI HL Ilolanharju	428351	77	63	1	3	7.0	11.0	9.0	.
306	KOSKI HL Ilolanharju	428351	77	63	1	1	7.0	11.0	9.0	.
307	KOSKI HL Ilolanharju	428351	80	90	1	1	6.7	16.0	13.0	.
308	KOSKI HL Ilolanharju	428351	84	196	1	3	6.7	18.0	.	.
309	KOSKI HL Ilolanharju	428351	85	113	1	1	6.7	15.9	.	.
310	KOSKI HL Ilolanharju	428351	87	127	1	1	6.9	15.0	.	.
311	KOUVOLA Viilansuo	528601	69	.	.	.	6.9	18.7	.	.
312	KOUVOLA Viilansuo	528601	73	563	6	1	8.3	28.9	.	.
313	KOUVOLA Viilansuo	528601	77	576	4	1	6.8	20.0	.	.
314	KOUVOLA Viilansuo	528601	80	567	4	1	7.1	24.0	25.0	.
315	KOUVOLA Viilansuo	528601	82	731	.	.	7.1	27.3	24.0	.
316	KOUVOLA Viilansuo	528601	83	644	.	.	7.2	26.0	23.0	.
317	KOUVOLA Viilansuo	528601	84	359	4	1	6.9	28.0	27.0	.
318	KOUVOLA Viilansuo	528601	85	649	.	.	.	.	29.0	.
319	KOUVOLA Viilansuo	528601	86	682	.	.	.	.	27.0	.
320	KOUVOLA Viilansuo	528601	87	613	4	1	6.8	24.0	27.0	.
321	KOUVOLA Viilansuo	528601	88	687	.	.	6.8	22.8	30.0	.
322	LAHTI Arjamo	409801	70	26065	47	1	7.4	14.7	9.0	.
323	LAHTI Arjamo	409801	71	700	47	2	7.1	13.4	10.5	.
324	LAHTI Arjamo	409801	77	670	48	1	6.8	12.0	.	.
325	LAHTI Arjamo	409801	80	21931	48	1	6.8	17.0	10.0	.
326	LAHTI Arjamo	409801	82	518	.	.	8.0	19.2	11.0	.
327	LAHTI Jalkaranta	409801	67	20815	.	.	6.9	13.5	12.0	.
328	LAHTI Jalkaranta	409801	69	24444	.	.	7.6	15.0	7.0	.
329	LAHTI Jalkaranta	409801	70	26065	.	.	7.1	15.0	7.0	.
330	LAHTI Jalkaranta	409801	71	16670	43	1	7.8	15.0	7.0	.
331	LAHTI Jalkaranta	409801	72	20400	43	1	7.7	15.7	10.0	.
332	LAHTI Jalkaranta	409801	73	18550	43	1	7.0	14.0	8.0	.
333	LAHTI Jalkaranta	409801	77	14605	48	1	7.0	17.0	7.0	.
334	LAHTI Jalkaranta	409801	80	21931	48	1	7.0	18.0	.	.
335	LAHTI Jalkaranta	409801	82	10042	.	.	6.8	18.3	12.0	.
336	LAHTI Jalkaranta	409801	84	12388	47	1	7.1	18.0	.	.
337	LAHTI Jalkaranta	409801	85	12729	.	.	7.1	18.0	12	.
338	LAHTI Jalkaranta	409801	86	11792	.	.	7.1	19.0	13	.
339	LAHTI Jalkaranta	409801	87	11936	43	1	7.1	19.0	.	.
340	LAHTI Jalkaranta	409801	87	11936	43	3	8.1	21.0	6	.
341	LAHTI Jalkaranta	409801	88	11699	.	.	7.0	20.5	12	.
342	LAHTI Kärpänen	409801	80	21931	8	1	6.9	16.0	.	.
343	LAHTI Kärpänen	409801	82	386	.	.	7.1	16.9	21	.
344	LAHTI Kärpänen	409801	84	404	43	1	8.3	18.0	.	.
345	LAHTI Kärpänen	409801	85	1500	.	.	4.9	18.9	14	.
346	LAHTI Kärpänen	409801	87	204	47	1	6.9	20.0	.	.
347	LAHTI Kärpänen	409801	87	204	47	3	7.7	22.0	15	.
348	LAHTI Kärpänen	409801	88	451	.	.	6.9	21.5	17	.
349	LAHTI Laune	409801	69	24444	.	.	7.5	19.0	13	.
350	LAHTI Laune	409801	70	26065	43	1	7.1	17.0	13	.
351	LAHTI Laune	409801	71	5760	43	1	6.9	15.7	13	.
352	LAHTI Laune	409801	72	6050	43	1	6.9	16.2	14	.
353	LAHTI Laune	409801	73	5272	43	1	7.0	16.0	13	.
354	LAHTI Laune	409801	77	2890	9	1	6.9	20.0	10	.
355	LAHTI Laune	409801	80	21931	48	1	6.9	24.0	.	.
356	LAHTI Laune	409801	82	2437	.	.	6.7	23.7	32	.
357	LAHTI Laune	409801	84	1491	47	1	7.0	25.0	.	.
358	LAHTI Laune	409801	85	1236	.	.	7.0	25.2	20	.
359	LAHTI Laune	409801	87	2343	47	1	7.1	29.0	.	.
360	LAHTI Laune	409801	87	2343	47	3	8.1	32.0	5	.

HAV.	NIMI	KOODI	V	Q	K	N	pH	JOHT.	Cl	Na
361	LAHTI Laune	409801	88	2663	.	.	7.0	29.5	23	.
362	LAHTI Riihela	409801	80	21931	48	1	7.6	14.0	12	.
363	LAHTI Riihela	409801	82	1657	.	.	.	14.2	12	.
364	LAHTI Riihela	409801	84	1446	43	4	8.1	17.0	.	.
365	LAHTI Riihela	409801	85	1415	43	4	8.1	17.6	12	.
366	LAHTI Riihela	409801	87	1348	43	1	6.9	16.0	.	.
367	LAHTI Riihela	409801	87	1348	43	3	7.6	18.0	7	.
368	LAHTI Riihela	409801	88	1386	.	.	6.9	16.0	12	.
369	LAHTI Urheilukeskus	409801	77	4324	8	1	7.1	165.0	.	.
370	LAHTI Urheilukeskus	409801	80	21931	.	.	7.2	21.0	13	.
371	LAHTI Urheilukeskus	409801	82	4499	.	.	6.9	20.7	12	.
372	LAHTI Urheilukeskus	409801	84	4340	43	1	7.3	22.0	.	.
373	LAHTI Urheilukeskus	409801	85	4355	.	.	7.4	24.2	15	.
374	LAHTI Urheilukeskus	409801	87	4287	47	1	7.2	23.0	.	.
375	LAHTI Urheilukeskus	409801	87	4287	47	3	7.8	25.0	9	.
376	LAHTI Urheilukeskus	409801	88	4184	.	.	7.2	23.5	19	.
377	LAPPEENRANTA Muukko 1&2	5405	77	5	1	3	6.4	5.0	2	.
378	LAPPEENRANTA Muukko 1&2	5405	80	756	1	3	6.2	5.0	3	.
379	LAPPEENRANTA Muukko 1&2	5405	84	1183	1	3	6.5	7.0	5	.
380	LAPPEENRANTA Muukko 1&2	5405	84	400	1	4	.	.	.	.
381	LAPPEENRANTA Muukko 1&2	5405	87	1588	4	3	8.1	8.0	8	.
382	LAPPEENRANTA Puslamäki	5405	84	734	1	4	.	.	.	.
383	LAPPEENRANTA Puslamäki	5405	87	878	1	4	.	.	.	.
384	LOHJA kaivo 1	142851	90	.	.	.	6.6	15.0	4	.
385	LOHJA kaivo 10	142851	90	.	.	.	7.0	9.6	4	.
386	LOHJA kaivo 11	142851	90	.	.	.	7.0	25.0	36	.
387	LOHJA kaivo 12	142851	90	.	.	.	6.7	10.0	6	.
388	LOHJA kaivo 13	142851	90	.	.	.	6.1	31.0	76	.
389	LOHJA kaivo 2	142851	90	.	.	.	7.5	19.0	14	.
390	LOHJA kaivo 3	142851	90	.	.	.	6.8	23.0	7	.
391	LOHJA kaivo 4	142851	90	.	.	.	6.8	29.0	15	.
392	LOHJA kaivo 5	142851	90	.	.	.	6.5	21.0	27	.
393	LOHJA kaivo 6	142851	90	.	.	.	8.5	19.0	9.0	.
394	LOHJA kaivo 6	142851	90	.	.	.	.	.	.	.
395	LOHJA kaivo 7	142851	90	.	.	.	6.6	47.0	37.0	.
396	LOHJA kaivo 7	142851	90	.	.	.	6.8	29.0	26.0	.
397	LOHJA kaivo 8	142851	90	.	.	.	6.3	15.0	9.0	.
398	LOHJA kaivo 9	142851	90	.	.	.	6.2	18.0	20.0	.
399	LOHJA Kaivola	142851	62	500	.	.	6.9	.	6.0	.
400	LOHJA Kaivola	142851	66	.	4	3	7.3	17.8	7.0	.
401	LOHJA Kaivola	142851	71	500	.	.	7.4	18.2	6.0	.
402	LOHJA Kaivola	142851	72	679	.	.	7.3	.	8.0	.
403	LOHJA Kaivola	142851	77	752	1	3	7.3	19.0	6.0	.
404	LOHJA Kaivola	142851	80	780	1	1	7.0	27.0	8.0	.
405	LOHJA Kaivola	142851	82	922	.	.	7.1	23.0	.	.
406	LOHJA Kaivola	142851	84	904	1	3	7.2	24.0	.	.
407	LOHJA Kaivola	142851	85	834	6	3	7.3	26.0	.	.
408	LOHJA Kaivola	142851	87	1102	1	3	7.4	30.0	.	.
409	LOHJA Kaivola	142851	88	884	.	.	7.3	26.7	.	.
410	LOHJA Kaivola	142851	90	.	.	.	7.1	28.0	10.0	.
411	LOHJA lähde 4	142851	90	.	.	.	6.1	9.5	4.0	.
412	LOHJA lähde 5	142851	90	.	.	.	6.6	18.0	3.0	.
413	LOHJA Lempola	142851	84	695	1	3	6.8	14.0	.	.
414	LOHJA Lempola	142851	87	1022	1	3	7.2	16.0	.	.
415	LOHJA Moisionpelto	142851	87	202	1	1	7.1	26.0	.	.
416	LOHJA Moisionpelto	142851	90	95	1	3	7.0	32.0	42.0	.
417	LOHJA Myllylampi	142851	61	.	.	.	8.1	.	5.0	.
418	LOHJA Myllylampi	142851	66	.	.	.	7.8	11.4	7.0	.
419	LOHJA Myllylampi	142851	71	1450	1	1	8.0	13.8	8.0	.
420	LOHJA Myllylampi	142851	72	1492	1	1	7.4	12.7	9.0	.

HAV.	NIMI	KOODI	V	Q	K	N	pH	JOHT.	Cl	Na
421	LOHJA Myllylampi	142851	77	1359	1	3	7.7	15.0	9.0	.
422	LOHJA Myllylampi	142851	80	1377	1	1	7.6	22.0	12.0	.
423	LOHJA Myllylampi	142851	82	1412	.	.	7.4	19.0	12.0	.
424	LOHJA Myllylampi	142851	84	1386	1	3	7.6	19.0	.	.
425	LOHJA Myllylampi	142851	87	1452	1	3	7.9	23.0	.	.
426	LOHJA Myllylampi	142851	88	1796	.	.	7.9	21.4	.	.
427	LOHJA Myllylampi	142851	90	.	.	.	7.7	22.0	15.0	.
428	LOHJA Pappilankorpi	142851	88	.	.	.	7.9	17.6	4.0	.
429	LOHJA Pappilankorpi	142851	90	.	.	.	7.7	18.0	9.4	.
430	LOHJA Porla	142851	51	.	.	.	.	.	7.0	.
431	LOHJA Porla	142851	86	.	.	.	7.3	.	13.0	.
432	LOHJA Porla	142851	90	.	.	.	7.2	19.0	12.0	.
433	LOHJA Takaharju	142851	67	.	.	.	7.6	14.3	7.0	.
434	LOHJA Takaharju	142851	77	95	1	3	7.4	8.0	6.0	.
435	LOHJA Takaharju	142851	80	250	1	3	7.3	8.0	.	.
436	LOHJA Takaharju	142851	84	622	1	3	7.1	11.0	.	.
437	LOHJA Takaharju	142851	85	680	1	3	7.1	10.0	.	.
438	LOHJA Takaharju	142851	87	414	1	3	7.5	12.0	.	.
439	LOHJA Takaharju	142851	88	774	.	.	7.5	11.0	.	.
440	LUUMÄKI Esso 212	544104	85	.	6	4	6.3	5.0	1.7	.
441	LUUMÄKI Esso 212	544104	86	.	6	4	.	.	.	.
442	LUUMÄKI Esso 212	544104	87	.	6	4	5.9	.	.	.
443	LUUMÄKI Esso 212	544104	90	.	6	4	6.0	4.9	5.2	.
444	LUUMÄKI Jurvala	544102	87	65	1	3	7.1	.	.	.
445	LUUMÄKI kaivo 101	544104	90	.	6	4	7.1	7.1	1.6	.
446	LUUMÄKI kaivo 103	544104	90	.	6	4	6.9	10.0	2.1	.
447	LUUMÄKI kaivo 104	544104	90	.	6	4	7.1	17.0	21.0	.
448	LUUMÄKI kaivo 105	544104	90	.	6	4	6.9	41.0	100.0	.
449	LUUMÄKI kaivo 106	544104	90	.	6	4	7.2	11.0	7.3	.
450	LUUMÄKI kaivo 107	544104	90	.	6	4	6.3	25.0	37.0	.
451	LUUMÄKI kaivo 200	544104	90	.	6	4	6.9	13.0	5.2	.
452	LUUMÄKI kaivo 202	544104	90	.	6	4	6.0	12.0	18.0	.
453	LUUMÄKI kaivo 204	544104	90	.	6	4	6.8	13.0	2.6	.
454	LUUMÄKI kaivo 205	544104	90	.	6	4	6.3	16.0	7.3	.
455	LUUMÄKI kaivo 210	544104	90	.	6	4	6.7	12.0	3.4	.
456	LUUMÄKI kaivo 213	544104	90	.	6	4	6.0	6.5	6.0	.
457	LUUMÄKI kaivo 214	544104	90	.	6	4	6.1	7.1	7.3	.
458	LUUMÄKI kaivo 215	544104	90	.	6	4	6.7	7.5	3.1	.
459	LUUMÄKI meijeri	544104	85	.	6	4	6.7	13.5	11.6	.
460	LUUMÄKI meijeri	544104	86	.	6	4	6.8	13.5	14.6	.
461	LUUMÄKI meijeri	544104	87	.	6	4	7.0	.	.	.
462	LUUMÄKI meijeri	544104	88	.	6	4	6.8	.	.	.
463	LUUMÄKI meijeri	544104	89	.	6	4	.	.	.	.
464	LUUMÄKI Styrman 202	544104	90	.	6	4	.	.	18.0	.
465	LUUMÄKI Taavetin lomakesk.	544104	85	.	6	4	6.6	8.5	8.0	.
466	LUUMÄKI Taavetin lomakesk.	544104	90	.	6	4	6.7	7.5	7.3	.
467	LUUMÄKI Taavetti	544101	55	.	6	4	6.8	.	9.0	.
468	LUUMÄKI Taavetti	544101	67	135	.	.	6.6	7.0	8.0	.
469	LUUMÄKI Taavetti	544101	68	.	6	4	6.7	7.5	9.1	.
470	LUUMÄKI Taavetti	544101	69	210	.	.	6.7	8.1	9.0	.
471	LUUMÄKI Taavetti	544101	70	230	4	1	6.6	8.3	9.1	.
472	LUUMÄKI Taavetti	544101	71	194	4	2	6.6	8.3	9.0	.
473	LUUMÄKI Taavetti	544101	72	216	4	2	6.8	.	.	.
474	LUUMÄKI Taavetti	544101	73	251	4	2	6.6	8.7	9.7	.
475	LUUMÄKI Taavetti	544101	74	.	4	4	6.7	9.4	10.0	.
476	LUUMÄKI Taavetti	544101	77	330	4	2	6.5	9.0	10.8	.
477	LUUMÄKI Taavetti	544101	78	.	4	4	7.1	9.6	9.6	.
478	LUUMÄKI Taavetti	544101	79	.	4	4	7.0	0.6	11.3	.
479	LUUMÄKI Taavetti	544101	80	375	4	2	7.1	11.0	17.0	.
480	LUUMÄKI Taavetti	544101	81	.	6	4	6.9	10.4	12.1	.

HAV.	NIMI	KOODI	V	Q	K	N	pH	JOHT.	Cl	Na
481	LUUMÄKI Taavetti	544101	82	404	.	.	6.9	11.6	11.0	.
482	LUUMÄKI Taavetti	544101	83	.	6	4	6.3	11.4	11.0	.
483	LUUMÄKI Taavetti	544101	84	440	4	1	6.7	.	.	.
484	LUUMÄKI Taavetti	544101	85	424	4	4	7.0	13.8	16.0	.
485	LUUMÄKI Taavetti	544101	87	515	4	2	7.3	19.0	22.0	.
486	LUUMÄKI Taavetti	544101	90	.	6	4	7.1	.	31.0	.
487	LUUMÄKI Teboil 211	544104	85	.	6	4	6.4	61.8	156.0	.
488	LUUMÄKI Teboil 211	544104	86	.	6	4	6.3	.	.	.
489	LUUMÄKI Teboil 211	544104	90	.	6	4	6.2	104.0	290.0	.
490	LUUMÄKI Ylä-Outinen 207	544104	90	.	6	4	6.8	.	10.0	.
491	NASTOLA Kuivamaito	453252	87	864	4	3	7.8	20.0	1.0	.
492	NASTOLA Mälkönen	453252	84	1419	4	4	.	.	.	.
493	NASTOLA Mälkönen	453252	87	1100	4	3	7.8	20.0	1.0	.
494	NASTOLA Uusikylä	453252	70	.	1	1	6.8	10.5	13.0	.
495	NASTOLA Uusikylä	453252	77	160	4	4	.	.	.	.
496	NASTOLA Uusikylä	453252	84	72	4	4	.	.	.	.
497	NASTOLA Uusikylä	453252	85	92	4	3	6.8	10.0	3.0	.
498	NASTOLA Uusikylä	453252	87	163	4	3	7.5	16.0	0.0	.
499	NASTOLA Uusikylä	453252	88	180	4	3	.	15.3	7.5	.
500	NASTOLA Villähde	453251	67	650	.	.	7.0	4.8	4.0	.
501	NASTOLA Villähde	453251	70	80	1	3	6.7	12.0	.	.
502	NASTOLA Villähde	453251	71	69	1	4	.	.	.	.
503	NASTOLA Villähde	453251	72	192	1	1	6.5	11.2	10.0	.
504	NASTOLA Villähde	453251	73	192	1	1	6.7	12.3	11.0	.
505	NASTOLA Villähde	453251	77	130	4	4	.	.	.	.
506	NASTOLA Villähde	453251	84	14	4	4	.	.	.	.
507	NASTOLA Villähde	453251	85	.	4	3	6.6	14.5	7.8	.
508	NASTOLA Villähde	453251	87	59	4	3	7.5	17.5	.	.
509	NASTOLA Villähde	453251	88	79	4	3	.	18.9	12.0	.
510	NURMIJÄRVI ALKO Solttila	154351	48	.	6	4	6.9	53.7	4.5	.
511	NURMIJÄRVI ALKO Solttila	154351	49	.	6	4	6.9	57.3	3.3	.
512	NURMIJÄRVI ALKO Solttila	154351	70	400	1	3	6.8	.	2.0	.
513	NURMIJÄRVI ALKO Solttila	154351	72	.	6	4	6.5	72.0	3.4	.
514	NURMIJÄRVI ALKO Solttila	154351	73	.	6	4	6.7	64.0	2.2	.
515	NURMIJÄRVI ALKO Solttila	154351	74	.	6	4	6.9	77.0	4.0	.
516	NURMIJÄRVI ALKO Solttila	154351	75	.	6	4	6.8	79.0	5.2	.
517	NURMIJÄRVI ALKO Solttila	154351	76	.	6	4	6.9	85.0	2.8	.
518	NURMIJÄRVI ALKO Solttila	154351	77	.	6	4	6.8	85.0	1.6	.
519	NURMIJÄRVI ALKO Solttila	154351	78	.	6	4	6.7	118.0	3.6	.
520	NURMIJÄRVI ALKO Solttila	154351	79	.	6	4	6.9	9.5	3.0	.
521	NURMIJÄRVI ALKO Solttila	154351	80	.	6	4	6.7	11.7	2.4	.
522	NURMIJÄRVI ALKO Solttila	154351	81	.	6	4	7.0	8.1	2.0	.
523	NURMIJÄRVI ALKO Solttila	154351	82	.	6	4	7.1	15.8	3.0	.
524	NURMIJÄRVI ALKO Solttila	154351	83	.	6	4	6.9	7.9	3.0	.
525	NURMIJÄRVI ALKO Solttila	154351	84	.	6	4	7.0	8.7	4.0	.
526	NURMIJÄRVI ALKO Solttila	154351	85	.	6	4	6.9	8.0	6.0	.
527	NURMIJÄRVI ALKO Solttila	154351	86	.	6	4	6.9	18.2	3.0	.
528	NURMIJÄRVI ALKO Solttila	154351	87	.	6	4	6.8	8.4	5.0	.
529	NURMIJÄRVI ALKO Solttila	154351	88	.	6	4	7.1	8.1	2.0	.
530	NURMIJÄRVI ALKO Solttila	154351	89	.	6	4	8.0	7.6	3.0	.
531	NURMIJÄRVI Kiljava	154352	84	1062	4	4	.	.	.	.
532	NURMIJÄRVI Kiljava	154352	85	.	4	3	8.6	0.0	3.0	.
533	NURMIJÄRVI Kiljava	154352	87	1320	4	4	.	.	.	.
534	NURMIJÄRVI Kiljava s:la	154352	84	91	.	.	6.5	5.0	4.0	.
535	NURMIJÄRVI Röykkä	154352	85	148	6	4	.	0.0	.	.
536	NURMIJÄRVI Röykkä	154352	87	154	4	4	.	0.0	.	.
537	PARIKKALA Aatunniemi	558003	80	20	6	4	6.2	28.0	22.0	.
538	PARIKKALA Heinonen 5	558001	90	.	.	.	7.2	91.0	240.0	.
539	PARIKKALA kaivo 6	558001	89	.	.	.	6.6	82.3	190.0	.
540	PARIKKALA kaivo 7	558001	90	.	.	.	.	.	800.0	.

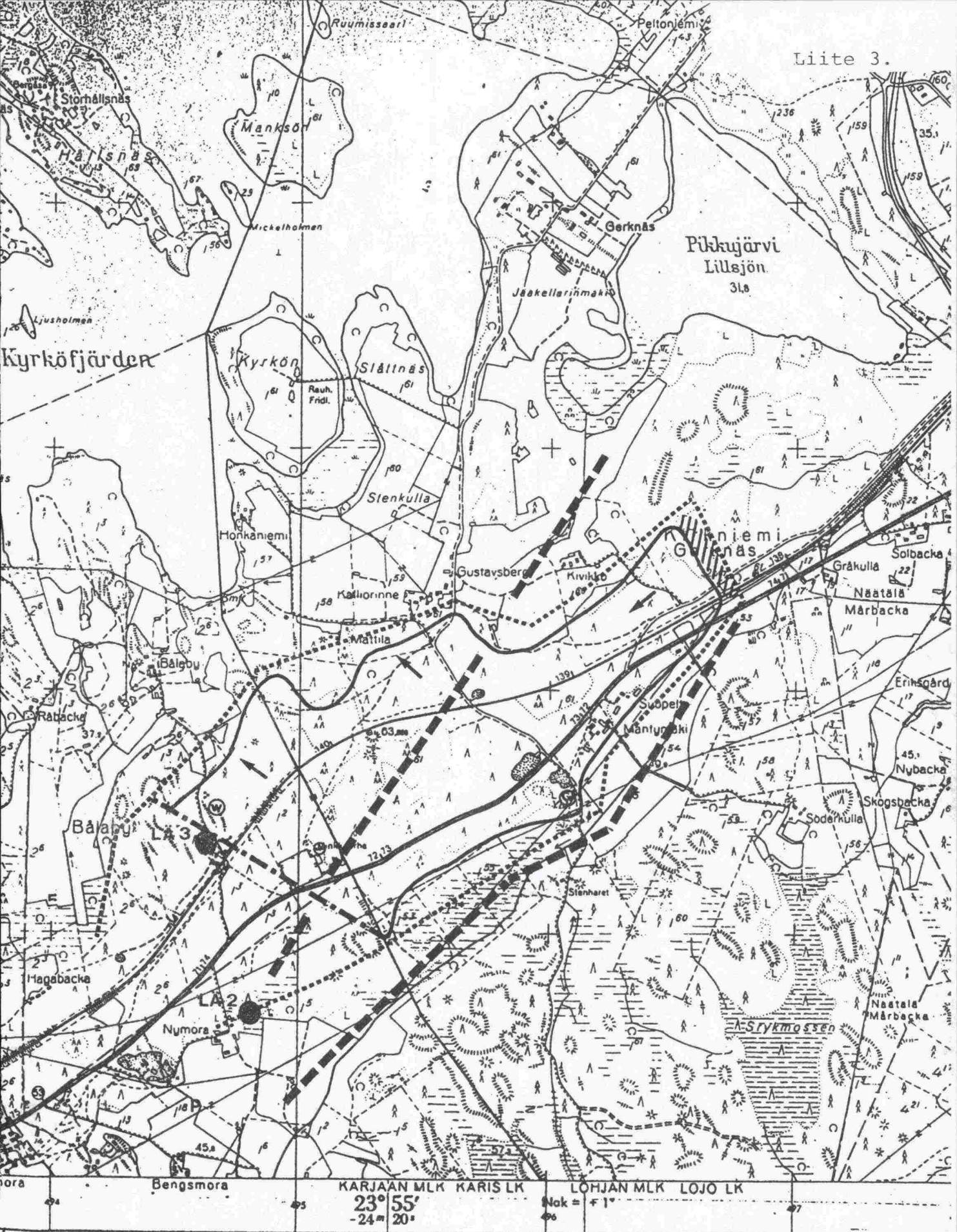
HAV.	NIMI	KOODI	V	Q	K	N	pH	JOHT.	Cl	Na
541	PARIKKALA kaivo 8	558001	90	.	.	.	.	.	300.0	.
542	PARIKKALA kaivo 9	558001	90	.	.	.	.	.	1700.0	.
543	PARIKKALA Karppanen 4	558001	89	.	.	.	6.3	100.0	230.0	.
544	PARIKKALA Karppanen 4	558001	90	.	.	.	.	189.0	510.0	.
545	PARIKKALA Kurri 2	558001	89	.	.	.	.	400.0	1200.0	.
546	PARIKKALA Likolampi	558001	67	120	.	.	6.3	9.3	3.0	.
547	PARIKKALA Likolampi	558001	69	130	.	.	6.5	9.7	3.0	.
548	PARIKKALA Likolampi	558001	70	153	.	.	6.3	11.0	3.0	.
549	PARIKKALA Likolampi	558001	71	156	6	1	6.4	9.3	.	.
550	PARIKKALA Likolampi	558001	72	230	4	1	6.2	10.0	3.0	.
551	PARIKKALA Likolampi	558001	73	270	4	1	6.2	11.0	4.0	.
552	PARIKKALA Likolampi	558001	77	346	4	1	6.0	13.0	5.0	.
553	PARIKKALA Likolampi	558001	80	350	4	1	6.2	18.0	9.0	.
554	PARIKKALA Likolampi	558001	81	350	.	.	6.0	18.6	11.0	.
555	PARIKKALA Likolampi	558001	84	440	4	1	6.5	20.0	16.0	.
556	PARIKKALA Likolampi	558001	85	540	4	3	7.4	.	.	.
557	PARIKKALA Likolampi	558001	87	500	4	1	6.8	20.0	.	.
558	PARIKKALA Likolampi	558001	87	500	4	3	8.1	.	18.0	.
559	PARIKKALA Likolampi	558001	88	504	.	.	6.4	11.8	7.0	.
560	PARIKKALA Särkisalmi	558202	70	13	4	1	7.0	29.4	31.6	.
561	PARIKKALA Särkisalmi	558202	80	370	6	4	6.2	9.4	10.0	.
562	PARIKKALA Valkeapää 3	558001	90	.	.	.	.	134.0	360.0	.
563	PARIKKALA Wilska 1	558001	89	.	.	.	5.6	176.0	499.0	.
564	PARIKKALA Wilska 1	558001	90	.	.	.	6.7	164.0	457.0	.
565	RAUTJÄRVI Simpele	568901	67	230	.	.	7.0	9.2	4.0	.
566	RAUTJÄRVI Simpele	568901	73	640	4	1	7.0	9.9	9.0	.
567	RAUTJÄRVI Simpele	568901	77	851	4	1	6.9	10.0	10.0	.
568	RAUTJÄRVI Simpele	568901	80	964	4	1	6.8	13.0	9.0	.
569	RAUTJÄRVI Simpele	568901	81	894	.	.	7.0	13.7	10.0	.
570	RAUTJÄRVI Simpele	568901	82	769	.	.	7.1	12.8	9.0	.
571	RAUTJÄRVI Simpele	568901	83	710	.	.	5.9	5.7	3.0	.
572	RAUTJÄRVI Simpele	568901	84	685	4	1	6.7	15.0	8.0	.
573	RAUTJÄRVI Simpele	568901	85	714	1	4	.	.	.	.
574	RAUTJÄRVI Simpele	568901	87	699	4	1	6.9	.	.	.
575	RAUTJÄRVI Simpele	568901	88	684	4	3	.	19.5	13.0	.
576	RIIHIMÄKI Herajoki	469451	67	3488	.	.	7.1	19.5	13.0	.
577	RIIHIMÄKI Herajoki	469451	69	.	.	.	6.8	17.2	12.0	.
578	RIIHIMÄKI Herajoki	469451	70	.	.	.	6.8	18.7	12.0	.
579	RIIHIMÄKI Herajoki	469451	71	3756	.	.	6.8	19.4	12.0	.
580	RIIHIMÄKI Herajoki	469451	72	4353	.	.	6.7	20.1	14.0	.
581	RIIHIMÄKI Herajoki	469451	73	4942	.	.	6.9	20.4	9.0	.
582	RIIHIMÄKI Herajoki	469451	77	3952	.	.	6.9	23.0	12.0	.
583	RIIHIMÄKI Herajoki	469451	80	3285	.	.	6.8	25.0	17.0	.
584	RIIHIMÄKI Herajoki	469451	82	3353	.	.	7.0	26.0	15.0	.
585	RIIHIMÄKI Herajoki	469451	83	4220	.	.	7.1	27.0	17.0	.
586	RIIHIMÄKI Herajoki	469451	84	5559	.	.	7.3	27.0	16.0	.
587	RIIHIMÄKI Herajoki	469451	85	3818	.	.	6.8	29.0	.	.
588	RIIHIMÄKI Herajoki	469451	86	3756	.	.	6.5	31.0	30.0	.
589	RIIHIMÄKI Herajoki	469451	87	3933	.	.	6.5	25.0	24.0	.
590	RIIHIMÄKI Herajoki	469451	88	3699	.	.	6.5	254.0	25.0	.
591	RIIHIMÄKI Herajoki	469451	89	.	.	.	6.6	27.6	25.2	.
592	RIIHIMÄKI Herajoki	469451	90	.	.	.	6.5	27.6	26.6	.
593	RUOKOLAHTI Oritlampi	570002	75	.	.	.	6.4	53.1	3.5	.
594	TAMMISAARI Björknäs	183551	69	2434	.	.	6.8	41.3	47.0	.
595	TAMMISAARI Björknäs	183551	71	1055	.	.	6.8	41.3	47.0	.
596	TAMMISAARI Björknäs	183551	72	1225	.	.	6.6	.	573.0	.
597	TAMMISAARI Björknäs	183551	73	1155	.	.	6.6	.	.	.
598	TAMMISAARI Björknäs	183551	77	1027	.	.	6.7	45.0	61.0	.
599	TAMMISAARI Björknäs	183551	80	1812	.	.	6.9	27.0	32.0	.
600	TAMMISAARI Björknäs	183551	84	1173	.	.	.	21.0	.	.

HAV.	NIMI	KOODI	V	Q	K	N	pH	JOHT.	Cl	Na
601	TAMMISAARI Björknäs	183551	87	1460	.	.	6.7	23.0	.	.
602	TAMMISAARI Björknäs	183551	88	1294	.	.	6.8	20.0	.	.
603	TAMMISAARI Björknäs	183551	90	.	6	4	6.7	21.0	20.0	.
604	TAMMISAARI Ekerö	160651	69	2434	.	.	7.0	19.2	8.0	.
605	TAMMISAARI Ekerö	160651	71	1451	.	.	7.6	9.7	8.0	.
606	TAMMISAARI Ekerö	160651	72	1280	.	.	7.0	.	8.0	.
607	TAMMISAARI Ekerö	160651	73	1190	.	.	7.0	.	80.0	.
608	TAMMISAARI Ekerö	160651	77	1258	.	.	7.2	89.0	7.0	.
609	TAMMISAARI Ekerö	160651	80	99	.	.	7.3	9.0	6.0	.
610	TAMMISAARI Ekerö	160651	84	1343	.	.	7.5	10.0	.	.
611	TAMMISAARI Ekerö	160651	87	1595	.	.	7.0	12.0	.	.
612	TAMMISAARI Ekerö	160651	88	1698	.	.	7.1	7.7	.	.
613	TAMMISAARI Ekerö	160651	90	.	6	4	7.1	8.3	3.0	.
614	TAMMISAARI Prästängen	183551	71	837	.	.	7.7	19.2	8.0	.
615	TAMMISAARI Prästängen	183551	72	730	.	.	6.7	.	6.0	.
616	TAMMISAARI Prästängen	183551	73	900	.	.	6.1	.	63.0	.
617	TAMMISAARI Prästängen	183551	77	1038	.	.	7.1	35.0	50.0	.
618	TAMMISAARI Prästängen	183551	80	1812	.	.	6.8	41.0	41.0	.
619	TAMMISAARI Prästängen	183551	83	908	.	.	6.8	43.0	35.0	.
620	TAMMISAARI Prästängen	183551	84	895	.	.	6.9	39.0	.	.
621	TAMMISAARI Prästängen	183551	90	.	6	4	6.2	22.0	12.0	.
622	TAMMISAARI Trollböle	183503	77	12	.	.	6.7	46.0	60.0	.
623	TAMMISAARI Trollböle	183503	80	27	.	.	6.6	12.0	9.0	.
624	TAMMISAARI Trollböle	183503	84	29	.	.	6.6	11.0	.	.
625	TAMMISAARI Trollböle	183503	87	96	.	.	6.5	16.0	.	.
626	TAMMISAARI Trollböle	183503	88	110	.	.	6.6	21.0	.	.
627	TAMMISAARI Trollböle	183503	90	.	6	4	6.3	19.3	7.0	.
628	VALKEALA lähde 1	590906	90	.	.	.	6.6	13.0	11.0	7.2
629	VALKEALA lähde 14	590906	90	.	.	.	6.9	20.0	39.0	5.6
630	VALKEALA lähde 15	590906	90	.	.	.	6.4	22.0	35.0	7.6
631	VALKEALA lähde 2	590906	90	.	.	.	7.4	13.0	6.9	3.9
632	VALKEALA lähde 4	590906	90	.	.	.	6.6	15.0	28.0	6.4
633	VALKEALA lähde 6	590906	90	.	.	.	6.7	11.6	7.4	4.7
634	VALKEALA lähde 8	590906	90	.	.	.	6.6	5.2	1.1	2.3
635	VALKEALA lähde 9	590906	90	.	.	.	6.5	5.8	2.5	2.1
636	VALKEALA Utti	590906	87	23	4	4	.	.	.	.
637	VALKEALA Utti plm	590906	67	250	.	.	8.3	8.7	4.0	.
638	VALKEALA Utti plm	590906	69	160	.	.	6.9	7.4	2.0	.
639	VALKEALA Utti plm	590906	70	160	4	1	6.9	8.3	2.0	.
640	VALKEALA Utti plm	590906	71	153	4	3	6.9	.	3.0	.
641	VALKEALA Utti plm	590906	72	150	1	3	6.9	.	3.0	.
642	VALKEALA Utti plm	590906	73	216	4	3	7.3	.	.	.
643	VALKEALA Utti plm	590906	77	91	4	1	.	5.0	200.0	.
644	VALKEALA Utti plm	590906	80	93	4	3	7.1	1.0	8.0	.
645	VALKEALA Utti plm	590906	84	92	4	3	7.4	10.0	.	.
646	VALKEALA Utti plm	590906	85	215	4	3	7.5	9.8	.	.
647	VALKEALA Utti plm	590906	86	51	.	.	7.0	8.0	5.0	.
648	VIHTI Isolähde	192704	87	283	1	3	7.2	13.0	9.0	.
649	VIHTI lähde 14	192701	90	.	.	.	6.3	12.0	5.0	.
650	VIHTI Luontola	192701	67	300	.	.	8.3	85.0	6.0	.
651	VIHTI Luontola	192701	69	33	.	.	7.8	7.8	9.0	.
652	VIHTI Luontola	192701	70	531	.	.	7.4	.	11.0	.
653	VIHTI Luontola	192701	71	647	.	.	7.4	7.0	6.0	.
654	VIHTI Luontola	192701	72	795	.	.	7.2	65.0	8.0	.
655	VIHTI Luontola	192701	73	1013	.	.	7.7	7.6	7.0	.
656	VIHTI Luontola	192701	77	1625	.	.	.	100.0	84.0	.
657	VIHTI Luontola	192701	81	2678	.	.	7.7	11.4	9.5	.
658	VIHTI Luontola	192701	82	2678	.	.	7.3	11.0	10.0	.
659	VIHTI Luontola	192701	83	2709	.	.	7.2	12.5	4.0	.
660	VIHTI Luontola	192701	84	2774	1	1	7.5	14.0	11.0	.

HAV.	NIMI	KOODI	V	Q	K	N	pH	JOHT.	Cl	Na
661	VIHTI Luontola	192701	86	2781	.	.	7.5	21.6	12.0	.
662	VIHTI Luontola	192701	87	2877	.	.	7.5	14.0	13.0	.
663	VIHTI Luontola	192701	88	3146	.	.	7.5	15.0	.	.

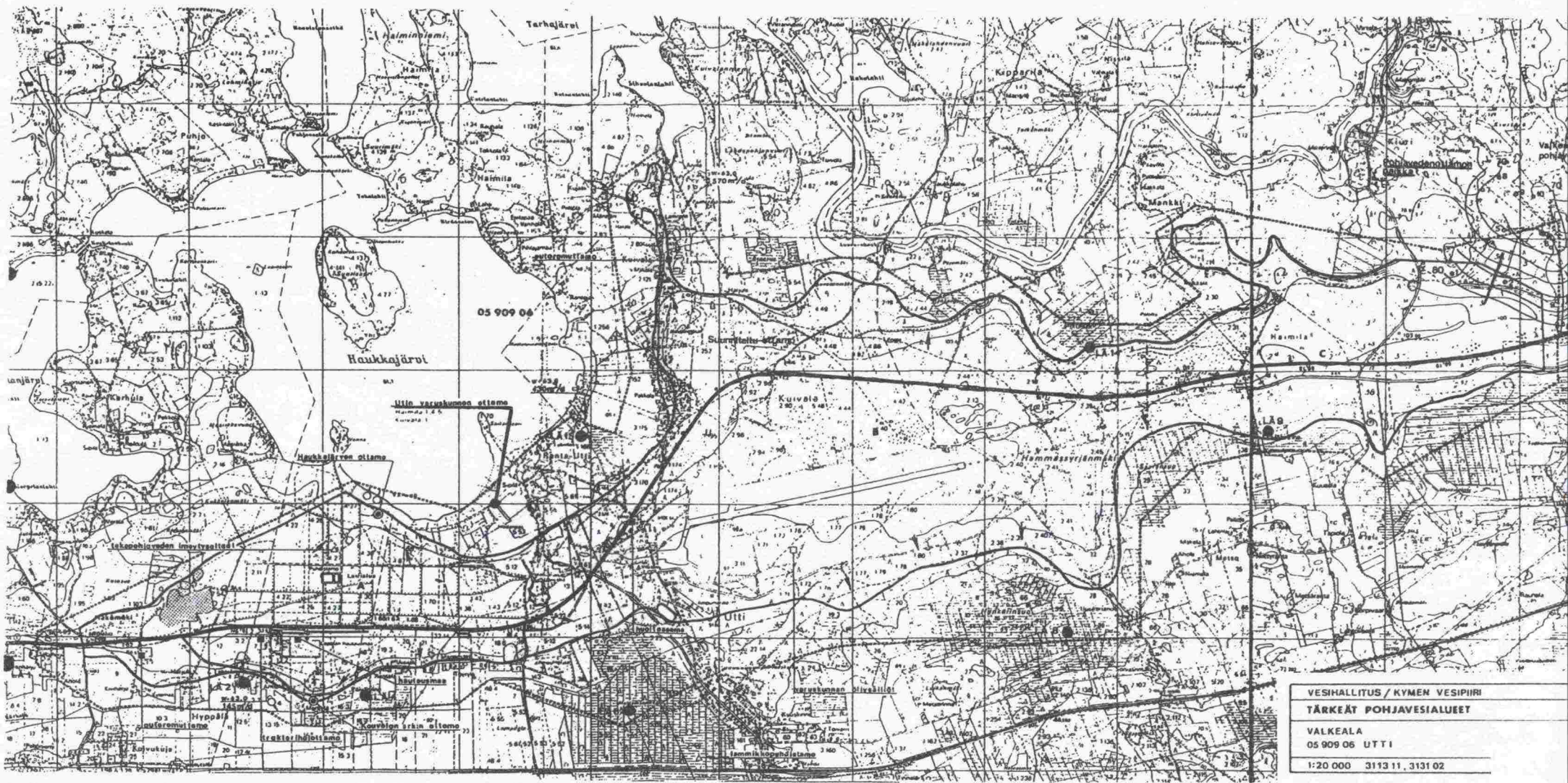
Pohjaveden sähkönjohtavuuslukuja ja kloridipitoisuuksia
Salpausselän alueella vuosilta 1948–1990.

VUOSI	JOHT. (mSm^{-1})					Cl mg l^{-1}				
	n	MAX	MIN	KA.	MEDIAANI	n	MAX	MIN	KA.	MEDIAANI
48	1	53.7				1	4.5			
49	1	57.3				1	3.3			
51	0					1	7.0			
55	0					1	9.0			
61	0					1	5.0			
62	0					1	6.0			
66	3	103.0	11.4	44.1	17.8	3	9.0	7.0	7.7	7.0
67	19	93.5	4.4	23.0	9.9	19	202.0	3.0	18.6	7.0
68	2	90.0	7.5	48.8	48.8	2	9.1	8.0	8.6	8.6
69	18	41.3	4.5	14.7	14.9	17	47.0	0.0	10.4	9.0
70	24	29.4	4.5	13.2	10.9	25	46.0	0.0	10.9	9.0
71	22	58.2	6.4	18.0	14.4	20	150.0	0.0	17.0	8.3
72	17	100.0	7.0	28.4	16.2	24	573.0	3.0	39.7	10.0
73	20	99.0	6.7	26.5	13.6	21	275.0	2.2	36.2	9.7
74	3	92.0	9.4	59.5	77.0	3	10.0	4.0	7.5	8.6
75	3	123.0	53.1	85.0	79.0	3	26.0	3.5	11.6	5.2
76	2	95.0	85.0	90.0	90.0	2	10.4	2.8	6.6	6.6
77	38	192.0	5.0	34.4	16.0	37	200.0	0.0	28.1	10.0
78	3	138.0	9.6	88.5	118.0	3	13.4	3.6	8.9	9.6
79	3	11.1	0.6	7.1	9.5	3	12.6	3.0	9.0	11.3
80	46	41.0	1.0	16.7	16.0	33	41.0	2.4	13.6	12.0
81	12	20.0	7.9	13.0	12.7	12	37.0	2.0	12.4	11.0
82	20	27.3	8.5	18.1	18.8	22	70.0	2.0	16.2	12.0
83	14	172.0	5.7	33.3	16.2	16	42.0	2.0	13.0	10.5
84	47	39.0	5.0	17.6	17.0	25	44.0	3.0	14.8	14.0
85	40	61.8	0.0	16.0	15.2	30	156.0	1.7	18.0	11.8
86	15	46.0	7.4	22.8	21.6	20	140.0	3.0	29.4	15.3
87	57	48.0	0.0	19.4	19.0	36	80.0	0.0	15.3	12.0
88	41	254.0	5.3	23.2	18.0	28	41.0	2.0	15.3	14.5
89	7	400.0	7.6	115.9	82.3	7	1200.0	3.0	309.7	190.0
90	65	189.0	3.1	25.3	15.0	71	1700.0	0.6	79.1	10.0



KARJAN MLK KARIS LK LOHJAN MLK LOJO LK
 23° 55' -24° 20' Nsk = 1"

VESIHALLITUS / HELSINGIN VESIPIIRI TÄRKEÄT POHJAVESIALUEET LOHJAN KUNTA KARJAA 01 428 52 KIRKNIEMI 1:20 000	29.6.1982
---	-----------



· 27.8.1981

18.9.1981

TIELAITOKSEN SELVITYKSIÄ

- 1/1991 Satelliitteihin perustuvasta paikannusjärjestelmästä. TIEL 3200001
- 2/1991 Autokanta ja liikenne OECD-maissa. TIEL 3200002
- 3/1991 Tiesalaojen toimivuus ja kunnossapito. TIEL 3200003
- 4/1991 Suolauksen vaikutukset tienvarsikasvillisuuteen. TIEL 3200004
- 5/1991 Reunapaalujen vaikutus ajokäyttäytymiseen ja liikenneonnettomuuksiin. TIEL 3200005
- 6/1991 Yleiskaavoituksen ja tien yleissuunnittelun kytkentä. TIEL 3200006
- 7/1991 Teiden esisuunnitelu Pohjoismaissa. TIEL 3200007
- 8/1991 Palvelutasomittareiden seuranta tiensuunnittelussa. TIEL 3200008
- 9/1991 Luonnonolojen seuranta tiensuunnittelussa. TIEL 3200009
- 10/1991 Tielaitoksen laatujärjestelmän kehittäminen; suunnittelun laatujärjestelmä, esiselvitys. TIEL 3200010
- 11/1991 Ympäristövaikutusarviot pääsuuntaselvityksissä. TIEL 3200016
- 12/1991 Selvitys nopeuden alentamiskeinoista taajamateillä. TIEL 3203613
- 13/1991 Selvitys nopeusrajoitusten määrittämisestä ja vaikutuksista. TIEL 3200011
- 14/1991 Jalankulkijan ja pyöräilijän vammautumiset liikennealueilla. TIEL 3200012
- 15/1991 Liikenneinvestoinneista päättäminen; Arvio suunnittelunäkemyksestä. TIEL 3200013
- 16/1991 Paristotyyppin ja ympäristön lämpötilan vaikutus varoitusvilkun toimintaan. TIEL 3200014
- 17/1991 The Effect of Battery Type and Ambient Temperature on the Operation of Warning Flashers. TIEL 3200015E
- 18/1991 Pohjaveden suojaus maatiivisteellä tien luiskassa. TIEL 3200017
- 19/1991 Liikennetunnelien kuivatus- ja lämpöeristysrakenteet. TIEL 3200018
- 20/1991 Kunnossapidon tuloksen mittaus. TIEL 3200019